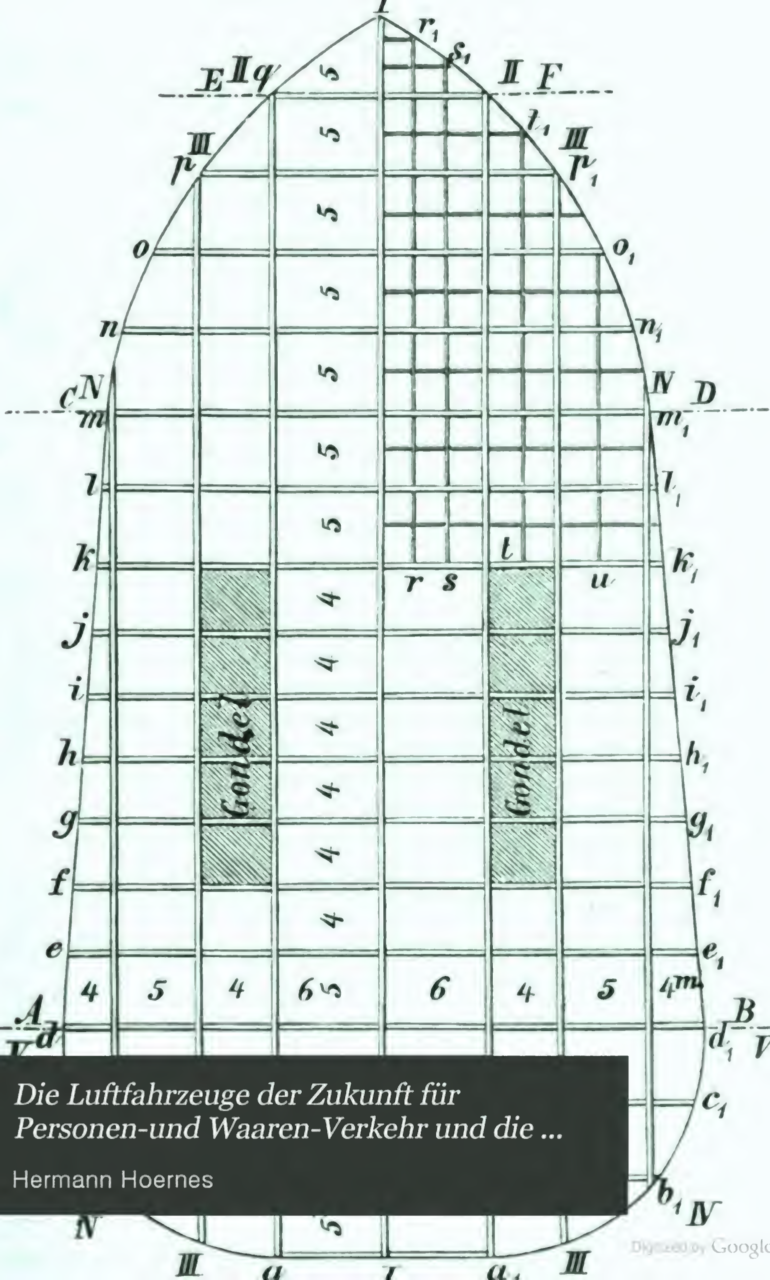
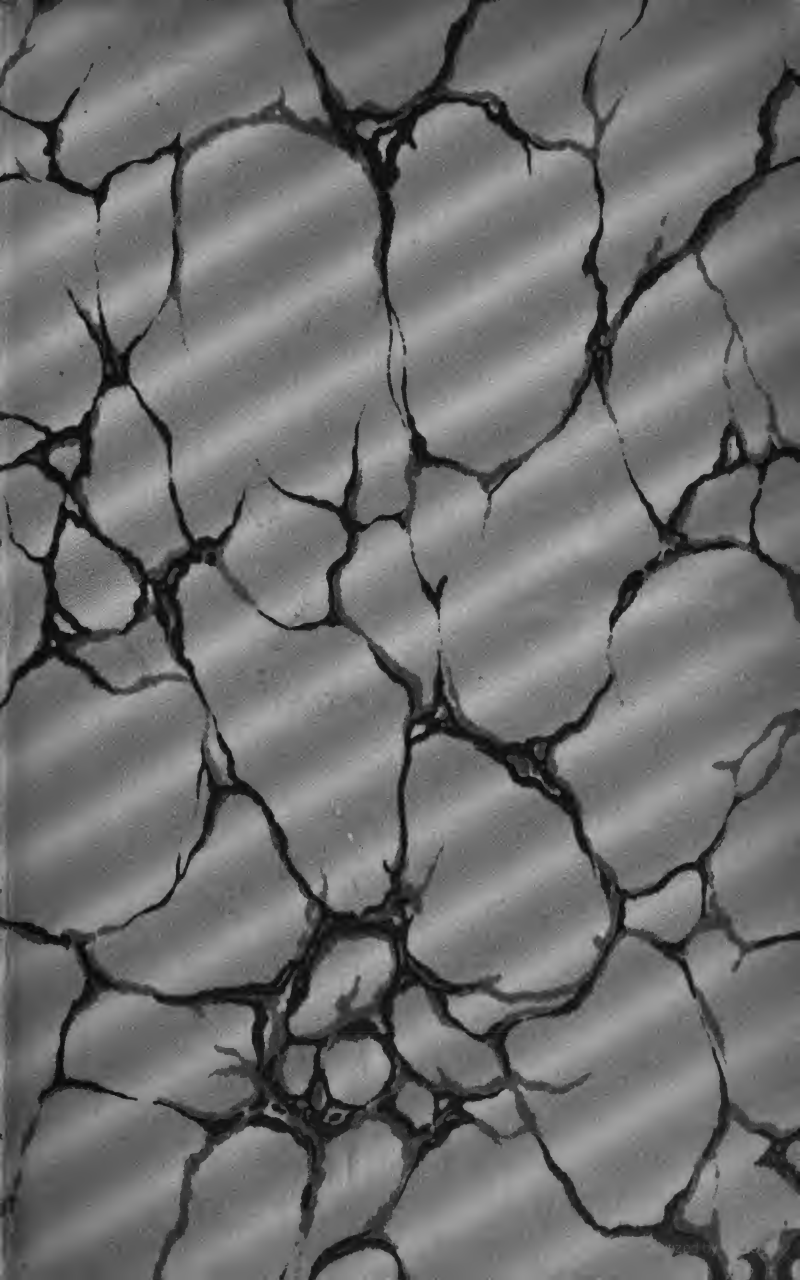


Die Luftfahrzeuge der Zukunft für Personen-und Waaren-Verkehr und die ...

Hermann Hoernes


THE·AERONAVTICAL·LIBRARY·OF
WILLIAM·A·M
BVRDEN



DIE

LUFTFAHRZEUGE DER ZUKUNFT

FÜR

PERSONEN- UND WAAREN-VERKEHR

UND DIE

AUSSICHTEN DER LUFTSCHIFFFAHRT.

VON

HERMANN HOERNES

Oberlieutenant im k. u. k. Eisenbahn- und Telegraphen-Regimente.



WIEN. PEST. LEIPZIG.

A. HARTLEBEN'S VERLAG.

DIE

LUFTFAHRZEUGE DER ZUKUNFT

FÜR

PERSONEN- UND WAAREN-VERKEHR

UND DIE

AUSSICHTEN DER LUFTSCHIFFFAHRT.

DIE

LUFTFAHRZEUGE DER ZUKUNFT

FÜR

PERSONEN- UND WAAREN-VERKEHR

UND DIE

AUSSICHTEN DER LUFTSCHIFFFAHRT.

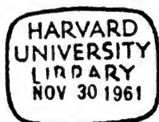
VON

HERMANN HOERNES
OBERLIEUTENANT IM K. U. K. EISENBAHN- UND TELEGRAPHEN-REGIMENTE.

MIT 18 ABBILDUNGEN.



WIEN. PEST. LEIPZIG.
A. HARTLEBEN'S VERLAG.
1891.



»Bald wird des Dampfes Kraft den flücht'gen Wagen
Die Strass' entlang,
Die träge Barke durch die Welle tragen
In sicherm Gang,
Ja, auf des Windes leichtbewegten Schwingen,
Durch's luftige Reich,
Ein neu Gefährt zum fernen Ziele bringen,
Dem Adler gleich.«

Erasmus Darwin, 1788.

Vorwort.

Wer möcht' es dem Dichter verargen, wenn er singt: »Zu den Sternen möcht' ich ziehen« — und dem Philosophen, der da sagt: »Könnt' ich die ganze Welt mit meinem Geist erfassen!« —

Der praktischen Menschheit aber sind solche Worte nur Phrasen, der Ausdruck eines unbestimmten Dranges, der die Brust so vieler phantastisch veranlagter Wesen bewohnt.

Die Gestirne sind uns körperlich unerreichbar, und zum Erfassen des innersten Wesens der Welt ist unser »Geist« zu sehr von dieser Erde!

Die Natur hat unserem Wissen und Können enge Grenzen gezogen, die aber immer noch für uns unendlich weit sind, und es ist wahrlich kein Grund vorhanden, mit denselben unzufrieden zu sein, am allerwenigsten heute, wo noch eine ungezählte Reihe sozusagen fundamentaler Probleme ihrer Lösung harrt.

Das vorliegende Werkchen soll sich mit einem derselben etwas näher befassen. — Man glaubt es kaum, wie gross die Zahl derer ist, die sehnsüchtigen Blickes die flüchtigen Bewohner der Lüfte um ihre Kunst, so flink und frei den Luftocean zu durchsegeln, beneiden! Ja, ich selbst gestehe gerne zu, dass ich mich vor fünf Jahren nur verstohlen

mit Aëronautik zu befassen wagte — einfach aus Furcht, ausgelacht zu werden.

Heute freilich steht die Sache anders — nach ernsten, einschlägigen Studien und mannigfachen praktischen Luftschifffahrten ist in mir die feste Ueberzeugung wachgerufen worden, dass die Sehnsucht so vieler Tausender seit Tausenden von Jahren Aussicht hat, befriedigt zu werden.

Weil ich weiss, wie gross die Zahl derer ist, die sich für diese Frage interessiren, und eben eine Schrift fehlt, die dieselbe ihrem neuesten Stande entsprechend behandelt, entschloss ich mich, das Resultat meiner Studien in einer für das grosse Publicum zurechtgelegten Weise zu veröffentlichen.

Ich hoffe, dass es mir gelungen ist, ein klares Bild von dem gegenwärtigen Stande dieser Sache zu geben und damit eine Menge Fragen beantwortet zu haben, die fast täglich an mich gestellt werden.

Am ausführlichsten habe ich das sogenannte Segelluftschiff behandelt, welches in wellenförmigen Bahnen seinem Ziele entgegeneilt, einerseits darum, weil es dem Laien am plausibelsten scheint, dann auch deshalb, weil hervorragende österreichische Ingenieure und Professoren und französische Aëronauten sich für dasselbe in günstigem Sinne ausgesprochen haben. Ich verhehle nicht, dass es auch zahlreiche Gegner hat und zum mindesten so lange haben wird, bis es in thatsächlichen Wettbewerb mit den anderen, eben auch erst zu erbauenden Luftfahrzeugen getreten sein wird.

Wenn die Herren Fachgenossen in dieser Schrift weitläufige Rechnungen vermissen sollten, so bitte ich das deshalb entschuldigen zu wollen,

weil — wie ich im Anhange des Breiteren darlege — bis nun noch viel zu wenig positive Daten zur Verfügung stehen und die Rechnungen daher naturgemäss nur zu leicht in mathematische Form übersetzte Don Quixoteaden zu werden drohen.

An dieser Stelle erlaube ich mir auch dem Herrn Generaldirections-Rath Platte für die äusserst freundliche Ueberlassung anregender Schriften, welche meine Studien in hohem Grade förderten, und dem Herrn Professor Albert Miller Ritter v. Hauenfels wärmstens zu danken für seine in liebenswürdiger Weise mir schon vor ihrer Veröffentlichung zur Verfügung gestellte, interessante Vogelflugtheorie.

Möge der Zweck dieser Schrift, das Interesse des Publicums für diesen so hoch bedeutsamen und zukunftverheissenden Gegenstand zu fördern, erreicht werden, damit bald die pecuniäre Möglichkeit geboten werde, von dem Gebiete der reinen Speculation in das der nutzbringenden Praxis überzugehen.

Nicht Einer allein wird das in Frage stehende Problem lösen, sondern der ernsten, andauernden Arbeit und selbstlosen Hingebung vieler tüchtiger und opferwilliger Männer wird es bedürfen, um das langersehnte Ziel zu erreichen, das unter den grossen wohl das grösste des Jahrhunderts genannt werden muss.

Hermann Hoernes.

EINLEITUNG.

Gegenwärtig herrscht noch ein heftiger Streit zwischen den Aëronauten und den Aviatikern.

Erstere wollen das Luftschiff, habe es nun was immer für eine Form, mittelst irgend einer maschinellen Kraft lenkbar machen, während Letztere den Ballon als durchwegs unnütz ganz verwerfen und nur durch besonders energievolle Motoren sich in die Luft zu erheben und weiterzubewegen gedenken.

Während mit lenkbaren Ballons thatsächlich schon Menschen durch die Lüfte steuerten,*) brachte noch jeder Versuch den Letzteren — wenn sie es wagten, sich den ausgeführten Producten ihres Erfindungsgeistes anzuvertrauen — den Tod.

»Trotzdem gehört ihnen unstreitig die Zukunft.«

Die Aviatiker theilen sich wieder in zwei Kategorien. In solche, welche mit ungemeinen Kraftleistungen die Luft durchfliegen, gleichsam auf einer momentanen Compression derselben

*) Die bekanntesten sind die von Giffard 1852, Dupuy de Lome 1872, Hänlein 1872, Baumgarten und Dr. Wölfert, Tissandier 1883, und endlich 1884 der von den beiden französischen Hauptleuten Renard-Krebs gebaute Ballon »La France«, welch' letzterer bei 6 *m* Eigengeschwindigkeit unter sieben Auffahrten fünfmal wieder an seinen Aufstiegsort zurückkehrte.

mittelst maschineller Kräfte ihre Fortbewegung ermöglichen wollen, und in solche, welche in Nachahmung des Segelfluges der Vögel die Vortheile desselben auszunützen streben.

Der gegenwärtige sogenannte »lenkbare Ballon« befindet sich im Zustande der Ruhe mit der ihn umgebenden Luft im Gleichgewichte. Er hat im Ganzen das gleiche specifische Gewicht derselben.

Die Vehikel der Aviatiker sind specifisch schwerer als die Luft, fallen daher im Zustande der Ruhe nach dem Gesetze der Schwere zur Erde.

Als einziges Analogon der ersteren wissen wir die Seifenblasen und Wolken zu nennen.

Allerdings könnte man auch die Fische hieher zählen, man wolle jedoch nicht vergessen, dass sich dieselben in einem circa 777mal dichteren Medium fortzubewegen haben.

Eine einfache Rechnung zeigt, dass, um wirkliche Vortheile aus einem lenkbaren Ballon zu ziehen (da das Volumen im cubischen, die Widerstände nur im quadratischen Verhältnisse wachsen), dieser in kolossalen Dimensionen zu bauen wäre, welche natürlich mit noch grossartiger wirkenden Maschinen auszurüsten kämen, da nebstbei auch die Arbeit in der dritten Potenz der Geschwindigkeit zunimmt.

So müsste nach Ganswindt ein Luftschiff, das sich mit circa 18 *m* Geschwindigkeit pro Secunde fortbewegen und dabei eine Tragfähigkeit von 370 *t* haben sollte, bei einer Länge von 300 *m* einen Durchmesser von 60 *m* haben, also einen solchen, welcher der Höhe eines mittelgrossen Kirchthurmes gleichkäme.

Die zur Fortbewegung erforderliche Kraft ist dazu mit 3800 Pferdekräften berechnet worden.

Eine detaillirte Kritik der Aussichten der lenkbaren Luftschiffe würde mich hier zu weit führen. Ich will nur bemerken, dass durch entsprechende Constructionsverbesserungen, durch die Erreichung möglichst günstiger Reductions-Coëfficienten und die Anwendung noch leichterer und dabei bedeutend kräftigerer Motoren als die bisher verwendeten (die ja im Laufe der Zeiten mit dem Fortschritte der Technik zu erwarten sind) man dem berühmten Renard-Krebs'schen Ballon eine Geschwindigkeit von 10, ja vielleicht 12 *m* pro Secunde wird ertheilen können; immerhin ist dies aber mit ganz unerhörten Kraft- und Geldanstrengungen verbunden, die in gar keinem Verhältnisse zu den erreichbaren Erfolgen stehen.

Sollte ein nach dem Muster von »La France« gebautes Luftschiff 10 *m* pro Secunde Geschwindigkeit erreichen, so müsste man einen Motor zur Verfügung haben, der statt des gegenwärtigen 9pferdekräftigen, 37·3 Pferdekräfte hätte. Es dürfte aber dann derselbe pro Pferdekraft nicht mehr als 9 *kg* wiegen. (Jetzt wiegt er 33 *kg* pro Pferdekraft.)

Wollte man gar 20 *m* pro Secunde erreichen, so würde sich der Bedarf auf 298·6 Pferdekräfte von à nur $1^{1}/_{8}$ *kg* Gewicht belaufen — das sind technische Leistungen, an die wir heutzutage kaum zu denken wagen.

Ich möchte das Bestreben der Aëronauten mit einem mit allen möglichen und unmöglichen künstlichen Mitteln erhaltenen faulen Frieden vergleichen, in dem Handel und Gewerbe stocken und keine rechte Lebensfreude aufkommen will, gegen

den ein kurzer, energischer Krieg wie eine Erlösung erwartet wird.

Die Ideale der Aviatiker sind die Vögel.

Wie die Schwalbe pfeilschnell dahinzuschiessen, im Nu sich wendend und drehend, wie der Adler im Luftocean majestätisch kühnen Flugs zu segeln, das sind ihre Wünsche, ja beide an Schnelligkeit zu übertreffen, ihre Träume.

Doch so verschieden Schwalbe, Adler und das gesammte Chor der Lüfte sind, so mannigfach wechselnd sind auch die Ideen, wie die Aviatiker diese verwirklichen wollen. An der Grenze menschlichen Wissens und Könnens stehend, übersprudelten sich die Gedanken und verloren bald die Basis des Reellen, ohne bis nun etwas Erspriessliches zu leisten.

So kommt es, dass sich die Welt allmälig gewöhnte, die tollsten Ideen als der Ausführung werth anpreisen zu hören, weshalb das Publicum über sie einfach zur Tagesordnung überging.

Natürlich kam hiedurch die gesammte Luftschifffahrt in Bausch und Bogen als Hirngespinnst toller Erfinder bei der ruhiger denkenden Menschheit überhaupt in Misscredit. Die wenigen verzeichenbaren Erfolge waren eben viel zu unbedeutend, um an dem allgemeinen Urtheile oder besser Vorurtheile etwas zu ändern.

Nur langsam leiht man jetzt wieder, durch die fast in's Unglaubliche sich steigernden Fortschritte der Technik, welche die kühnsten Hoffnungen durch ihre Erfolge noch zu überbieten scheinen, angeregt, der hie und da auftauchenden Meinung das Ohr, dass es dennoch möglich sein müsse, mittelst maschineller Vorrichtungen sich in der Luft fortzubewegen.

Allmälig aber wird das grosse Publicum sich der Wahrheit nicht verschliessen können, dass auch für die Aviation eine neue Zeit hereingebrochen ist, dass die Epoche der Phantasten und Schwärmer auf diesem Gebiete dauernd überwunden sei, und dass sich eine namhafte Zahl tüchtiger Kräfte, Gelehrte und Praktiker, diesem schönen Fache mit Erfolg zugewendet haben.*)

Mit berechtigten frohen Hoffnungen treten diese Männer an ihr Studium heran; zeigen doch tausende von lebenden Geschöpfen, dass ihre Bemühungen von Erfolg gekrönt sein müssen.

---

*) Dass für Luftschifffahrt und Aviation eine neue Epoche hereingebrochen sein müsse, zeigen auch die besonders in letzterer Zeit sich mehrenden trefflichen Arbeiten wissenschaftlichen Inhaltes.

Um nur einige Namen zu nennen, erwähne ich: Moedebeck, Gross, Tissandier, Graffigny, Marey, Renard, Popper, von Loessl, Platte, Lilienthal, Miller von Hauenfels etc. etc. — auch das immer weitere Umsichgreifen der Vereine zur Förderung der Luftschifffahrt glaube ich als Zeichen hiefür anführen zu dürfen.

Charakteristische Merkmale fliegender Thiere.

Ehe ich mein eigentliches Thema behandle, ist es nöthig, aus dem Reiche der Thierwelt Erfahrungsdaten anzuführen, welche allen fliegenden Wesen gemeinsam sind, denn — nur wer die Vorbilder der Natur einem genauen, unparteiischen, fachgemässen Studium unterzieht, hat Aussicht, von der Bahn des einzig Wahren nicht abzukommen.

»Sammelt man die allen gemeinsamen Eigen-
»schaften, so wird der Schluss erlaubt sein, dass
»diese Beobachtungen uns charakteristische
»Merkmale der im Luftocean sich fortbewe-
»genden Wesen an die Hand geben, welche
»auch den künstlich zu schaffenden nicht
»fehlen dürfen.«

a) In erster Linie fällt uns da auf, dass alle Vögel, Insecten und sonstige die Luft mit mehr oder minder grosser Schnelligkeit durcheilenden Thiere ein specifisch bedeutend grösseres Gewicht haben als die Luft selbst.*)

---

*) Ich verweise hiei auf Pettigrew's bekannte Schrift über »Die Ortsbewegung der Thiere«. Er sagt: »Ohne den Antheil, den das Gewicht oder die Masse des fliegenden Geschöpfes am Fluge nimmt, würden die langen Reisen der Zugvögel unmöglich sein.«

Weiters: »Wenn die Vögel einmal ordentlich in der Bewegung sind, haben sie die Luft, ausser wenn diese durch einen Sturm sehr

Mit Recht glaube ich, schliessen wir daraus, dass dieses zum Fliegen — wir bezeichnen damit jede Fortbewegung in der Luft ohne Stützpunkte auf der Erde — unbedingt nöthig sein müsse. Es ist dies wohl natürlich; denn sonst würde das Fliegende ein Spielball der Winde werden, wie es ja in der That jene Insecten sind, die dieser Bedingung am wenigsten entsprechen.

Je grösser das Gewicht des Thieres im Verhältniss zu seinen Flügelflächen ist, desto schwerer kann es allerdings seinen Flug beginnen, aber umso ausdauernder und gegen den Wind erfolgreicher ist es auch.

Es wird hiebei der geringste Kraftaufwand beansprucht.

b) Alle fliegenden Geschöpfe haben tragende Flächen, auf die sie sich stützen, Flügel genannt, und das Charakteristische derselben ist, dass ihre Unterseiten im Vergleiche zu der vorderen Fläche und zu der, der letzteren parallelen mittleren Durchschnittsfläche ganz unverhältnissmässig grössere Dimensionen haben, d. h. es sind senkrecht zu der Linie des zu überwindenden Luftwiderstandes kleine Flächen und senkrecht zur Schwerkraftsrichtung grosse angeordnet.

Die vorderen Seiten sind bei allen von auffallend starkem Baue, die rückwärtigen verlaufen

aufgeregt ist, vollkommen in ihrer Gewalt. Dies kommt von ihrem grösseren specifischen Gewichte, und weil sie eine selbstständige Bewegung besitzen.«

Und endlich: »Wenn ein Flugthier im Raume dahinschiesst, dann drückt sein Gewicht (wegen des Bestrebens aller Körper, senkrecht herabzufallen) in der Weise auf die von den Flügeln gebildete schiefe Ebene, dass es direct in eine vorwärtstreibende und indirect in eine tragende Kraft verwandelt wird.«

dagegen, besonders nach den Enden hin, ganz schwach, eben mit Rücksicht auf das Luftwiderstandsgesetz, wonach bei bewegten Flächen vorne comprimirte Luft, hinter denselben aber verdünnte sich befindet.*)

Nach de Lucy's Beobachtungen nimmt auch die Flügelfläche mit der zunehmenden Grösse und dem Gewichte des Flugthieres ab. Er sagt:

»Es scheint ein allgemeines Gesetz zu bestehen, wonach ein Thier im Vergleiche umso kleinere Flügelflächen besitzt, je grösser es ist.«

Nachfolgende Daten liefern den Beweis zu dieser interessanten und lehrreichen Behauptung. Bezogen auf ein Kilogramm würden die Flügelflächen messen:

	Quadrat-Ellen	Fuss	Zoll
Bei der Mücke	11	8	92
» » Libelle, kl.	7	2	56
» » » gemeinen	5	2	89
» » Pegula	3	5	11
» » Biene	1	2	74½
» dem Maikäfer	1	2	50
» der Schwalbe	1	1	104½
» dem Sperling	0	5	142½
» der Turteltaube	0	4	100½
» dem Storch	0	2	20
» » Geier	0	1	116
» » Kranich	0	0	139

*) Auch der Körper selbst hat stets den festeren Theil in der Richtung des Fluges angeordnet; der Kopf nämlich ist beim Vogel wie beim Fische stärker als die übrigen Körpertheile, und an demselben sind wieder der Schnabel, resp. die Fresswerkzeuge jene Theile, welche als die widerstandsfähigsten die äusserste Spitze bilden.

Der rückwärtige Theil ist gar nicht widerstandsfähig, da er in der That im Gegensatz zu den vorne befindlichen Theilen auch fast keinen nennenswerthen Angriffen ausgesetzt ist.

Ich verweise hier und auch später auf die vielfachen Versuche von Friedrich Ritter von Lössl, deren Resultate in der Broschüre: »Der Luftwiderstand im Allgemeinen und in seiner besonderen Beziehung auf Luftschifffahrt« ex 1886 enthalten sind.

Nach Messungen von Kargl entfallen:

beim Adler	5·6	*kg*	Gewicht	per	Quadratmeter	Flügelfläche
bei der Taube . .	4·83	»	»	»	»	»
» » Krähe . .	3·12	»	»	»	»	»
» dem Sperling .	2·3	»	»	»	»	»

Das Gewicht	des Adlers	ist	3·37 *kg*,	seine	Fläche	0·6	m^2
» »	der Taube	»	0·34 »	»	»	0·07	»
» »	» Krähe	»	0·52 »	»	»	0·166	»
» »	des Sperlings		0·03 »	»	»	0·013	»

Bezüglich der Flügel selbst herrscht in der Natur eine ungemeine Mannigfaltigkeit, sowohl in Bezug auf Construction, Form, als Ausstattung, Material etc.

Wir haben befiederte, beschuppte, behäutete und endlich ganz nackte Flügel.

Man könnte leicht Bücher mit deren Beschreibung füllen.

Allen gemeinsam ist nur, wie schon erwähnt, die ungemein schmale Vorderfläche im Vergleiche zur breiten unteren *), ferner die besondere Widerstandsfähigkeit der ersteren, verglichen mit der rückwärtigen, sowie die innerhalb gewisser Grenzen ermöglichte Drehbarkeit der Flügel durch Vermittlung der Kugelpfanne am Hauptknochen und den in dieser befestigten starken Muskelbändern, endlich das Vermögen, die Flügel je nach Bedarf auszubreiten oder zusammenzugeben, zu dem Zwecke, um lebendige Kraft $\left(\frac{m\,v^2}{2}\right)$ zu erlangen, oder ihr Gewicht zum Schweben, respective Fallen (Landen) zu verwerthen.

*) Auch sind fast alle Flügel länger als breit, nur einige Schmetterlinge machen hiervon eine Ausnahme.

c) Von besonderem Interesse ist der Moment des Auffluges.

Ich glaube hier an die Existenz zweier Fälle.

Die einen Flieger erheben sich fast allein durch die Kraft der Flügel, die anderen benöthigen hiezu noch einer besonderen Anfangsgeschwindigkeit.

Die ersteren haben ein im Vergleiche zur Flügelunterfläche geringes Körpergewicht (z. B. die Fliegen) und machen unzählige Flügelschläge per Secunde — alle schraubenförmig — nach dem Naturgesetze des geringsten Widerstandes.

Zu den letzteren gehören meist die vortheilhafter gebauten Flieger.

Sie lassen sich entweder von einer Höhe herunterfallen, nehmen einen Anlauf oder machen einen Sprung u. dgl.

Alle haben dabei die Flügel geschlossen, um eine sehr grosse Anfangsgeschwindigkeit zu erlangen, und breiten erst dann die Fliegorgane aus, wenn die zum Fliegen nöthige, gehörige, grosse lebendige Kraft vorhanden ist.

Für jedes Geschöpf ist dieselbe verschieden, aber vermöge der Uebung von jedem Thiere genau gekannt.

Diese lebendige Kraft wirkt dann treibend auf die voll ausgespannten, zur horizontalen Ebene entsprechend gestellten Flügelflächen.

d) Von hohem Interesse ist die Action des Fliegens selbst, welche in der Natur in unendlicher Mannigfaltigkeit sich unserem Auge darbietet.

Während der Adler stolzen Fluges durch die Lüfte segelt und man bei ihm fast keine Flügel-

schläge wahrnehmen kann, fliegt die Schwalbe, besonders bei ruhiger Luft, kaum 10 Secunden gleichmässig, und die Fliege summt und schwirrt unaufhörlich.

Die kleinen Insecten, die vermöge ihrer kolossalen Fliegeleistungen bei Windstille fast an einem Punkte stillzustehen scheinen, werden bei Sturm von demselben mitgerissen.

Um nicht ein Spiel heftiger Winde zu werden, flüchtet sich die Schwalbe in ihr Nest, und nur der Adler zieht, scheinbar unbekümmert, ruhig seine Bahnen weiter.

Wenn wir nun den Flugvorgang selbst näher betrachten, so unterscheiden wir auch hier, ähnlich wie beim Auffluge, zwei Arten.

Bei der einen werden entweder nach erlangter Anfangsgeschwindigkeit, sei es durch Fall, Sprung, Anlauf oder dergleichen oder zu deren Erlangung selbst, die Flügel in einer Art schraubenförmiger Linie bewegt, und zwar derart, dass der schmälere und zugleich stärkere vordere Theil des Flügels die Luft schnell durchschneidet. Die Flügelfläche ist dabei schräge nach aufwärts gerichtet. (Die Winkel sind unter Umständen sehr klein, und zwar umso kleiner, je mehr Schläge auf die Secunde kommen.) Auf einem gewissen Punkte angelangt, erfolgt die Drehung derselben mit der vorderen Seite nach abwärts, wobei auf die Luft ein Druck ausgeübt, dieselbe somit comprimirt wird, welcher Druck gross genug ist, um das Thier, wenn auch nur unmerklich, zu heben.

Hiebei erfolgt ein Zurückgehen der Flügel, worauf eine abermalige Drehung in entgegengesetztem Sinne geschieht und zuletzt dieselben

mit noch grösserer Geschwindigkeit als nach rückwärts wieder nach vorwärts bewegt werden. *)

---

*) Kress schreibt in seiner Broschüre »Aërovéloce«, lenkbare Flugmaschine (Seite 7) Folgendes:

»Betrachten wir den Flügelschlag des Vogels. Die erste Bewegung ist die, dass er die Flügel weit ausbreitet und sie möglichst hoch und nach vorne bringt; nun führt er einen kräftigen Schlag von oben nach unten, zugleich zieht er die Flügel etwas von vorne nach hinten und beschreibt somit eine Schraubenlinie. Da nun der Flügel bei der Achse steif ist, nach den Enden aber die Federn dünn auslaufend und elastisch sind, somit von dem Luftdrucke aufgehalten werden, der schnellen Achsenbewegung zu folgen, so bildet der Flügel in diesem Momente eine nach den Enden in eine Curve auslaufende windschiefe Fläche. Der Flügel trifft also beim schrägen Aufsteigen des Vogels mit seiner vollen Fläche die Luftsäule in der Bewegungsrichtung fast direct und erzielt hiedurch den möglichst grössten Nutzeffect. Mit zunehmender Geschwindigkeit der horizontalen Bewegung aber wird der Neigungswinkel der Flügelflächen geringer und auch die Luftsäule in der Bewegungsrichtung schräger getroffen.

Das Zurückziehen des Flügels wieder in seine erste Lage hält den Flug fast gar nicht auf, weil nur der Querschnitt des Flügels in der Bewegungsrichtung die Luft zu treffen braucht. Zudem verrichtet der Vogel mit letzterer Bewegung wenigstens eine ebenso wichtige Arbeit wie mit dem Niederschlage, denn dieses ist der Moment, wo der Vogel sich mit den grossen horizontalen, respective schrägen Flächen seiner Flügel auf die unter den Flügeln verdichtete Luft stützt und von letzterer getragen und gehoben wird.

Je grösser die Flügelflächen sind, bei desto geringerer Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung lässt sich schon die Schwebekraft für ein bestimmtes Gewicht erzielen. Andererseits, je grösser die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung, desto kleiner können die Flügelflächen sein, um einem bestimmten Gewichte die Schwebekraft zu erhalten. Da aber die Wirkung des Flügelschlages und das Eigengewicht des Flügels im Verhältnisse zu den Dimensionen der Flügelflächen im Quadrate wachsen, so ist es selbstverständlich, dass, je grösser und schwerer der Vogel, desto kleiner die Flügelflächen, oder desto langsamer die Flügelschläge, oder desto grösser die Muskelkraft im Verhältnisse zum Gewichte des Vogels sein müssen.«

So spielend sich z. B. so ein Fliegenflug ansieht, ein so mühevolles Product unausgesetzter Schraubenarbeit ist derselbe.

Jedes Aufwärtsfliegen, Heben vollzieht sich im Principe in derselben Weise, nur entsteht dadurch, dass fast jedes Thier andere Flügelflächen und ein anderes Körpergewicht, verschiedene Muskelstärken und Körperformen hat, eine unendliche Reihe von Variationen in der Zahl und Geschwindigkeit der Flügelschläge, der Neigung der Flächen und Körper und endlich der Flugleistung selbst.

Nach erlangter Anfangsgeschwindigkeit und nach einer gewissen Zeitdauer des Fluges sehen wir viele Vögel und auch einzelne grössere Insecten, Schmetterlinge und Libellen eine mehr oder minder begrenzte Zeit lang in der Luft blos schwebend forteilen, d. h. sie bewegen sich ohne Flügelschlag mit grosser Geschwindigkeit von einem Punkte zu dem anderen.

Dies ist die zweite Art des Fluges.*)

Alle vollziehen dies mit einer gewissen Körperlage, welche sie während dieser Periode nicht bedeutend ändern dürfen, und mit vollständig entfalteten Flugorganen.

---

*) Der durch den schiefen Fall an der Vorderseite der Flügel geschaffene Luftwiderstand ist ganz unverhältnissmässig kleiner als jener, welcher an den Unterflächen der Flügel durch den der Schwerkraft entgegenwirkenden Luftdruck nach der bekannten Formel $\frac{\gamma}{g} f v^2$ hervorgerufen wird.

Es bedeutet hier γ das dem Barometer- und Thermometerstande entsprechende Gewicht eines Cubikmeters Luft in Kilogramm, g die Accelleration der Schwere $= 9{\cdot}81$, f das Ausmass der Fläche in Quadratmeter und v die Geschwindigkeit, mit welcher die Fläche und die Luft zusammenstossen in Secunden-Meter.

Auch beobachtet man, dass sich die grösseren Vögel, denn ihnen ist diese Flugart (gemeiniglich Segelflug genannt) vorzüglich eigen, hiebei nicht in einer Geraden, sondern in Wellenlinien fortbewegen, mit ungleich langem, auf- und absteigendem Aste.

Man schloss deshalb, dass beim wellenförmigen Segelfluge der Vogel beim Abwärtsfliegen lebendige Kraft in sich aufspeichert, die er beim Aufwärtsfliegen derart ausnützt, dass sein Körpergewicht durch den erzeugten Luftwiderstand getragen wird und er diesen nur theilweise zu überwinden hat.

Das bekannte Kreisen der Adler ist nur ein im Kreise sich abwickelnder Segelflug.

Wurde die lebendige Kraft durch den Luftwiderstand aufgezehrt, so muss eine frische geschaffen werden, was entweder durch Flügelschlag oder erneuertes Fallenlassen bewerkstelligt wird.

e) Die meisten Forscher berücksichtigen auch einen Umstand nicht, der beim Fliegen von hervorragender Wichtigkeit ist.*)

Bekanntlich herrscht fast niemals absolute Windstille, am seltensten in jenen hohen Regionen, in denen ja meistens das Segeln der Vögel vor sich geht.

Das fliegende Wesen muss daher wohl mit dem W i n d e und dessen wechselnder Stärke zu rechnen verstehen.

Nach einer später durchgeführten Klarlegung hat der Wind einen bedeutenden Einfluss, sowohl

*) Lilienthal sagt in seinem Werke »Der Vogelflug«, Seite 29: »Alle Vögel erleichtern sich das Aufwärtsfliegen, indem sie gegen den Wind sich erheben, oft selbst auf die Gefahr hin, über das Rohr oder den Rachen des Verfolgers hinweg zu müssen, denn bei der Jagd auf Vögel rechnen sowohl Mensch wie Thiere mit diesem Umstande.«

auf die Bahn, als auch auf die Schnelligkeit des Fluges.

Es stellt sich hiebei die Thatsache heraus, dass ein der Richtung des Fluges entgegenwehender, stossweiser Wind das Körpergewicht theilweise aufhebt, und dieser Vortheil ist ein so grosser, dass selbst der vermehrte Windwiderstand dagegen nicht in Rücksicht kommt, sobald der Flug nach aufwärts gerichtet ist. Der Wind wird daher auch thatsächlich von allen sogenannten Seglern in diesem Sinne ausgenützt.

Er hilft eben das Gewicht des Vogels tragen.

Ein in der Flugrichtung wehender, stossweiser Wind beschleunigt wohl den Flug, hilft aber nur beim Abwärtsbewegen mit, das Gewicht des Vogels tragen.

Wie gross der Einfluss des Windes auf das fliegende Wesen sein muss, kann man daraus ersehen, dass z. B. bei ruhiger Luft die Krähen viel mehr Flügelschläge machen müssen als bei stossweise bewegter, und die Zugvögel, um ihre Reise über das Meer antreten zu können, wie man behauptet, auf einen Wind warten, der von dorther kommt, wohin sie fliegen wollen.*)

---

*) Ich entnehme Lilienthal's »Vogelflug«, Seite 30 und 31, Folgendes:

»Wir können die Fliegebewegungen in Betreff der erforderlichen Kraftleistungen in drei Gruppen eintheilen.

Die erste derselben besteht in dem Fliegen ohne Vorwärtsbewegung, aber auch ohne Windwirkung, also genauer ausgedrückt in dem Fliegen, wo der Vogel gegen die ihn umgebende Luft keine wesentliche Ortsveränderung erfährt.

— — — — — — — — — — — — — — —

Die zweite Fliegeart ist die, welche von den meisten Vögeln zu ihrer gewöhnlichen Fortbewegung angewendet wird; sie besteht in dem gewöhnlichen Ruderschlag mit mässig schnellem Flügelschlage

f) Bei allen Thieren, welche fliegen, ist die Stellung der Flügel derart angebracht, dass sie sich in einem gewissen Verhältnisse zu der Lage des Schwerpunktes befinden.

Durch Verstellung des Kopfes und der Füsse, welche viel knochiger und sehniger, daher specifisch schwerer als die übrigen Körpertheile sind, können z. B. die Vögel ihren Schwerpunkt beliebig weiter nach vorne oder nach rückwärts verlegen, je nachdem es zu der einen oder anderen Richtung des Fliegens eben nöthig erscheint.

Der Schwerpunkt muss aus Stabilitätsrücksichten unterhalb der Flügelebene sein und sich gleichzeitig auch etwas unter der Mitte der horizontalen Verbindungslinie der beiden Flügel befinden.

Der Schwerpunkt der Unterfläche fällt fast nie mit dem Schwerpunkte des Körpers zusammen.

g) Allen Fliegern lässt sich eine verticale Mittelebene der Längenachsen nachweisen, in der auch der Schwerpunkt liegt und an deren beiden Seiten die Flügel angebracht sind.

Diesen Flug können alle Vögel ausführen.

Er ist immer, mit Ausnahme des Fliegens gegen starken Wind, mit einer schnellen Ortsveränderung verbunden.

— — — — — — — — — — — — — — —

Endlich nehmen wir an vielen Vögeln eine dritte Flugart wahr, bei welcher die Kraftanstrengung noch viel geringer sein muss, indem die Flügel nicht eigentlich auf- und niedergeschlagen werden, der Vogel scheint mit den Flügeln auf der Luft zu ruhen und die Flügelstellung nur von Zeit zu Zeit zu verbessern und sie der Luft und seiner Flugrichtung anzupassen.

So viel bis jetzt bekannt, ist zu einem derartigen dauernden Schweben ohne Sinken, das vielfach in kreisender Form geschieht, eine gewisse Windstärke erforderlich, denn alle Vögel suchen zu derartigen Bewegungen höhere Luftregionen auf, in denen der Wind stärker und ungehinderter weht.«

h) Die Flügelspannweite ist fast bei allen Fliegern grösser als die gesammte Körperlänge.

i) Bei allen Vögeln ist in Folge der ausserordentlichen Glattheit des Gefieders der Reibungs-Coëfficient ein sehr kleiner.

Zum Schlusse möchte ich noch auf zwei Punkte besonders aufmerksam machen, welche uns das Fliegen näher erklären.

1. Die grosse Schnelligkeit, mit welcher sich alle fliegenden Wesen weiterbewegen.

2. Die grosse Elasticität der Gase überhaupt und der Luft im Speciellen.

Der Vogel z. B. schwebt nicht nur auf verdichteter Luft, sondern er wird auch von der durch den Flügelschlag zusammengepressten Luft, welche gleich nach dem Zusammenpressen wieder das Bestreben hat, sich auszudehnen, emporgehoben.

Dadurch erklärt sich auch die scheinbar der Theorie widersprechende, vermehrte hebende Wirkung bei Schlagbewegungen.

Heute ist die Kunst des Fliegens kein Geheimniss mehr wie ehedem, als man sie noch in den hohlen Knochen und sonst Nebensächlichem suchte.

»Die grosse Schnelligkeit des Fluges, der »mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wach»sende Luftwiderstand, den sich wieder das »Thier in Folge seiner günstigen Bauart mit »breiten Unter- und schmalen Vorderflächen zu »Nutze macht, die Elasticität der Luft und die »geschickte Ausnützung der sogenannten äusseren »Kräfte, wie Gewicht, lebendige Kraft und »stossweiser Wind, sind die Schlüssel, um das uns »so geheimnissvoll scheinende Räthsel des Fluges »in ganz natürlicher Art zu lösen.«

Wer denkenden Sinnes alle fliegenden Wesen betrachtet, dem, meine ich, müssen sich die Principien, nach denen ein Aëronef gebaut werden müsse, wohl von selbst aufdrängen.

1. Grosse Eigengeschwindigkeit des Luftfahrzeuges.

2. Grösseres specifisches Gewicht als die Luft.

3. Starke, aber schmale vordere Seite, breite untere.

4. Verstellbarkeit der die Flügel vertretenden Flächen.

5. Anwendung von Mechanismen behufs Hebung.

6. Steuerungsfähigkeit des Systems.

7. In weiterer Folge dann die grösste Ausnützung des Segelfluges.

Alles Andere sind Fragen rein technischer Natur, die der gewandte Constructeur mit unfehlbarer Sicherheit auch heute schon zu lösen vermag.

Wellner's und Platte's Segelballon.

Wer sich der Mühe unterzieht, in der Geschichte der Luftschifffahrt zu blättern, findet, dass einzelne dieser eben aufgezählten Punkte zu wiederholten Malen und, was bezeichnend ist, eben von den geistreichsten Projectanten zum Baue lenkbarer Luftschiffe zu verwerthen getrachtet wurden.

So machte schon, gleich nach der Erfindung des Luftballons durch Montgolfière, Bourgeois den Vorschlag, den Ballon mit schiefen Flächen zu verbinden und durch Erwärmen der Ballonluft ein schiefes Aufsteigen, durch Abkühlung derselben sodann ein schiefes Senken zu bewerkstelligen, um in stetem Wellenfluge vorwärts zu kommen.

Oft und oft kehrte dieser Vorschlag in allen möglichen Variationen wieder, bis endlich Professor Wellner denselben in der Zeitschrift des Deutschen Vereines zur Förderung der Luftschifffahrt, II. Jahrgang, Heft II, unter dem Titel: »Der lenkbare Segelballon« wissenschaftlich begründete und eine sehr schöne Theorie desselben gab.

Leider stehen aber der praktischen Ausführbarkeit der drei Wellner'schen Typen so viele mit den gegenwärtigen technischen Hilfsmitteln eben noch nicht zu überwindende Schwierigkeiten entgegen, dass eine Bauausführung und weitere Vervollkommnung derselben vorerst nicht zu gewärtigen steht.

Vielfache persönliche Naturbeobachtungen und die Ueberzeugung von der wissenschaftlichen Richtigkeit der Wellner'schen Principien veranlassten Herrn General-Directionsrath Platte, das Ziel der Lenkbarmachung des Ballons auf einem der gegenwärtigen Realisirbarkeit zugänglicheren Wege zu erreichen.

Er nahm statt der Warmluft- einen Gasballon und suchte die zeitweise nöthige hebende Wirkung nicht durch Erwärmung des Gases, sondern durch Verwendung einer Hubschraube zu erzielen.

Auch machte er dadurch zur Lösung der Flugfrage einen mächtigen Schritt vorwärts, dass er die durch den Fall erzeugte lebendige Kraft zum Aufwärtsfluge auszunützen vorschlug. Er hatte hiebei die grossen Segler im Auge, in denen uns die Natur Vögel zeigt, die im wellenförmigen Fluge ohne besondere aus ihnen selbst heraustretende Kraft weite Strecken zurücklegen.

Auch hier war, wie bei Wellner's erster Type, unter dem Kugelballon ein drehbares Segel angeordnet.

Würde man einen Platte'schen Segelballon ausführen, so könnte man bei ruhiger Luft mit demselben ohne Zweifel in Wellenlinien, wenn auch mit beschränkter Geschwindigkeit, fahren.

Es ist ein Herrn General-Directionsrath Platte nicht hoch genug anzurechnendes Verdienst, dass er, trotz all der vielfachen gegen das Princip erhobenen Einwände, dasselbe so unentwegt vertheidigte.

In vielen einschlägigen Arbeiten, welche die höchste Beachtung der sich für dieses Fach Inter-

essirenden fanden, trat er für das von ihm so energisch verfochtene Princip ein.

Ich erwähne hier nur seine »Aëronautischen Betrachtungen«, »Flugbilder«, »Versuch einer principiellen Lösung des Flugproblems« in der Streffleurschen »Militär-Zeitung«, und endlich »Die Erörterung der wichtigsten aëronautischen Streitfragen«, 1889.

Vielfach trugen dieselben, da sie zu mannigfachen Discussionen Anlass gaben, zur Klärung der Ansichten bei.

Er war es endlich, der aus den zerstreut liegenden Arbeiten namhafter Naturforscher und Techniker die Grundprincipien sammelte, welche zum erfolgreichen Fahren in der Luft nöthig sind, und dadurch zu dem Schlussresultate kam, dass ohne die Verwerthung des Gewichtes und des Luftwiderstandes ein selbstständiges Fliegen, wenn auch gerade kein Ding der Unmöglichkeit, so doch ohne Aussicht auf ökonomische Vortheile wäre.

Angeregt durch das Studium dieser und einschlägiger Schriften und die Angriffe auf dieselben, unter denen ich Popper's »Flugtechnik« als eine der geistreichsten und beachtenswerthesten hier speciell erwähne, und durch eigene Naturbeobachtungen des Fliegens der verschiedensten Gattungen von Vögeln, Schmetterlingen und Insecten, welche ich sowohl in den Alpen als auch an der Meeresküste anzustellen Gelegenheit hatte, und erfüllt von der Richtigkeit der Wellner-Platte'schen Principien, drängte sich mir immer unabweisbarer der Gedanke auf, dass die praktische Luftschifffahrt kein Phantom sein könne, sondern, richtig angepackt, Aussicht auf thatsächlichen Erfolg haben müsse.

Aber so oft ich einen Wellner'schen Segelballon oder einen Aequatorballon von Platte in der Zeichnung sah, musste ich mir sagen, dass hier bei aller Richtigkeit der Principien der Erfolg nicht auf der Seite der Constructeure sein könne.

Diese Ueberzeugung steigerte sich noch mehr, als ich in den aëronautischen Werkstätten Deutschlands, Frankreichs und Englands das bis nun gebräuchliche Ballonmateriale einem genaueren Studium zu unterziehen Gelegenheit hatte und selbst wiederholt weite freie Fahrten mit dem Kugelballon unternahm.

»Vor Allem sagte ich mir, dass man mit den »bis nun bekannten Segelballons ohne innere »Versteifung derselben keine praktisch ver»werthbare Fahrgeschwindigkeit erreichen könne. »Ist man aber einmal gezwungen, Versteifungen »anzuwenden, so liegt der Gedanke nahe, auch »eine Ballonform zu wählen, welche weniger »Stirnwiderstand zu überwinden habe als die »Kugelform, nachdem bei dieser der Reductions»Coëfficient im besten Falle $^1/_3$ beträgt, gleich»zeitig aber auch eine breite Basis habe, mit »der er förmlich auf der verdichteten und sich »elastisch wieder ausdehnenden Luft ruhe. Ich »befand mich somit unwillkürlich auf der Suche »nach einer neuen Ballonform; und immer von »der Ueberzeugung einer nöthigen inneren Ver»steifung beseelt, da ohne dieselbe jede Ballon»hülle, welche Form sie auch immer habe, bei »schnellen Fahrten in Stücken zerstieben müsse, »fragte ich mich, ob es nicht möglich sei, die »Wellner-Platte'sche drehbare Segelfläche mit »dem Ballon fix zu verbinden oder gleichsam zu

»verschmelzen und durch entsprechende Mecha»nismen dann dieser Fläche selbst eine je nach »Bedarf gegen den Horizont ansteigende oder »nach abwärts gerichtete Stellung zu geben.«

In weiterer Verfolgung desselben Gedankens sagte ich mir, dass das auf der verdichteten Luft Ruhende wohl nur eine Fläche zu sein brauchte, welcher man aber aus constructiven Gründen eine entsprechende Dicke werde geben müssen. Je mehr ich mich in diese Frage vertiefte, umso ferner lag mir der Gedanke, einen lenkbaren Ballon zu schaffen; das Object, mit dem ich die Luft durchfahren will, eigentlich nur aus einer eventuell verstellbaren Fläche besteht, welche auf verdichteter Luft ruht, die sie trägt und drückt.

So kam es, dass ich mich, ohne es eigentlich selbst recht zu wollen, allein nur durch Studium der bis nun bekannt gewordenen Versuche und Vorschläge und durch unausgesetztes Beobachten des Fluges der Vögel angeregt, nunmehr selbst unter den Projectanten zur Erbauung eines lenkbaren Luftfahrzeuges befinde, der Ueberzeugung lebend, dass ein solches, wenn es mit den Naturgesetzen in vollem Einklange steht, Aussicht auf Erfolg haben müsse.

Bedingnisse zur Erbauung eines lenkbaren Luftfahrzeuges.

Ehe man an den Entwurf eines Luftfahrzeuges schreiten kann, ist die Frage zu beantworten: welchen commerciellen Anforderungen dasselbe Genüge leisten soll.

»1. Wäre von ihm zu fordern, dass es eine »Eigengeschwindigkeit von mindestens 20 *m* pro »Secunde besitze. Es soll also pro Stunde min- »destens 72 *km* zurücklegen.

»2. Muss es dieselbe durch einige Stunden »beibehalten können.

»3. Eine Nutzlast von entsprechendem Ge- »wichte zu befördern vermögen.

»4. Ungefährliche Fahrt und Landung gewähr- »leisten.«

Auf Grund dieser Bedingnisse hat man sich unter steter Berücksichtigung der schon früher aufgezählten Fingerzeige der Natur bei dem Entwurf an nachfolgende leitende Gesichtspunkte zu halten.

Es müsste:

1. Ein Vehikel construirt werden, welches als Gesammtheit ein grösseres, specifisches Gewicht besitzt als die Luft.

2. Der in der Richtung des Fluges liegenden Fläche eine im Verhältnisse zur unteren und rück-

wärtigen Seite bedeutend festere Structur und kleinere Flächenausdehnung gegeben werden.

3. Die wirksame Unterfläche des Apparates leicht verstellbar und das System steuerbar sein.

4. Behufs Einleitung der Bewegung und zum Heben eine eigene Vorrichtung in Verwendung kommen.

Diese Punkte verlangen wieder die Berücksichtigung nachstehender technischer Forderungen:

1. Eine Construction, welche sich ohne maschinelle Mittel nicht erheben kann, deren Gesammtgewicht aber zu der Gesammtunterfläche in einem bestimmten Verhältnisse steht. Im Allgemeinen soll das Gewicht mindestens 4—6 *kg* per Quadratmeter betragen.

2. Dass die vorderen Flächen entsprechende Versteifungen und Formen erhalten, damit sie den auf sie einwirkenden Luftwiderstand ohne Gefahr für die Construction sicher und leicht überwinden.

3. Je nach dem angewandten System eine Vorrichtung, mittelst welcher die untere Ebene des Luftfahrzeuges behufs leichter, schneller und sicherer Verstellbarkeit womöglich rhythmisch sich bewegt und bei deren Aufwärtsstellen eventuell auch der Hebemechanismus automatisch wirkt.

4. Nachdem bei grossen Exemplaren die Construction sammt Maschinen, sowie die Nutzlast ein ganz bedeutendes Gewicht repräsentiren, so müsste bei diesen, wenigstens anfänglich, behufs theilweiser Erleichterung an die Verwendung einer entsprechend gebauten, mit Wasserstoffgas gefüllten und absolut versteiften Hülle gedacht werden, welche auch schon darum gut anzubringen ist, weil

mit der Breitenausdehnung naturgemäss auch die Höhe zunehmen muss, also der für ihn nöthige Raum zur Verfügung steht.

5. Dass für das ganze System eine stabile Form mit tief liegendem Schwerpunkte und Permanenz der Längenachse, Raum zur Anbringung mehrerer, nebeneinander arbeitender Maschinen und eine gegen Unglücksfälle möglichst sichere Construction zu finden sei.

Auf Grund dieser Bedingnisse lassen sich nun, sieht man von den »lenkbaren Ballons« ab, mehrere Arten finden, welche es uns ermöglichen, die Luft mit Erfolg zu durchfahren.

Ehe ich aber an eine Skizzirung derselben gehe, möchte ich eine eingehendere Theorie des Vogelfluges folgen lassen, welche der Herr Professor Albert Miller Ritter v. Hauenfels am 18. Jänner l. J. als das Resultat mannigfacher Studien und Naturbeobachtungen im polytechnischen Vereine zu Graz zum ersten Male öffentlich vortrug und die ich Dank seiner Liebenswürdigkeit auch hier wiedergeben darf.

Aus A. Miller v. Hauenfels' „Mechanik des Vogelfluges". *)

Bedeutet unter Voraussetzung von Windstille *ab* den Durchschnitt der Flügelflächen in ihrer mittleren Stellung und *ec* den durch den Flügelschlag bewirkten und auf *ab* senkrechten Luftwiderstand, so stellt die lothrechte Componente *dc* jenen Theil desselben vor, welcher den Vogel trägt, *ed* aber zeigt den horizontalen Widerstand, welcher behufs Hervorbringung der tragenden Kraft *dc* nothwendig mit erzeugt werden muss und den sogenannten Stirnwiderstand vermindern hilft. Man ersieht hieraus, dass der Vogel wegen beständigen Abfliessens der verdichteten Luft sich nur durch ziemlich rasch aufeinanderfolgende Flügelschläge im Horizontalfluge erhalten kann, oder wie man sich auszudrücken pflegt: dass er fortwährend Schwebearbeit verrichten und dabei Luftwiderstand erzeugen und theilweise auch überwinden muss.

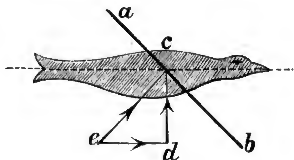


Fig. 1.

---

*) Vorlesung, gehalten im polytechnischen Club zu Graz am 18. Jänner 1890.

Hat der horizontal fliegende Vogel Hinterwind und fliegt er schneller als dieser, so hat er nur jene Widerstände zu überwinden, welche dem Unterschiede beider Geschwindigkeiten entsprechen. Fliegt er mit dem Winde, so hat er mittelst verticaler Flügelschläge eine Schwebearbeit zu verrichten, welche der Componente *dc* in der Figur entspricht. Lässt er sich endlich vom Winde treiben, so fliegt er langsamer als dieser, und es zerlegt sich jene Kraft *dc*, welche dem Zurückbleiben des Vogels innerhalb einer Zeiteinheit entspricht, in die zwei Componenten: *de* parallel zur Flügelfläche und *ec* senkrecht auf dieselbe. Die erstere bleibt für die Flügel wirkungslos, die letztere zerlegt sich aber wieder in die Verticale *fc*, welche den Vogel tragen hilft, und in die Horizontale *ef*, welche ihn vorwärts schiebt. Zu letzterer addirt sich aber noch der Stirnwiderstand, weil dieser im vorliegenden Falle verkehrt gerichtet ist und also einen negativen Werth besitzt. Hier also gebraucht der Vogel seine Flügel schon als Segel und nur, wenn er mit Flügelschlägen nachhilft, als Ruder.

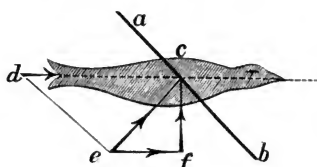


Fig. 2.

Diese Flugart erscheint also auf dem Papiere recht vortheilhaft, weil sich aus der Kräftezerlegung eine schiebende und zugleich eine tragende Componente ergibt; in Wirklichkeit ist sie es aber nicht!

Erstlich besitzen diese Componenten einen geringen Werth, weil sie sich aus dem Unterschiede

zwischen der Wind- und der Eigengeschwindigkeit des Vogels (beide bezogen auf einen Punkt der Erde) ergeben; und weiters kommt der Vogel umso langsamer vorwärts, je grösseren Vortheil er aus dem Hinterwinde ziehen will; je mehr er aber mit den Flügeln nachhilft, damit er schneller vorwärts komme, umso mehr gibt er von jenen Vortheilen wieder auf. Der Hinterwind eignet sich also nicht für grössere Wanderstrecken der Vögel.

Dagegen thut dies in ganz auffälliger Weise der Gegenwind, welchen dieselben stets für grössere Wanderungen abwarten, ungeachtet sich die Betrachtung auf dem Papiere ungünstiger stellt als im früheren Falle; denn nach beistehender Figur zerfällt die Kraft *dc*, welche der Summe der absoluten Flug- und Windgeschwindigkeit entspricht, nach derselben Zerlegungsweise zuletzt in die zwei wirksamen Componenten: *fc*, welche den Vogel tragen hilft, und *ef*, welche einen dem Stirnwiderstande zuwachsenden horizontalen Luftwiderstand darstellt, welchen aber der Vogel gleichzeitig zu erzeugen gezwungen ist, wenn er die tragende Kraft *fc* gewinnen will. Und dennoch muss dem Wandervogel der Gegenwind eine dauernde Kraftquelle zur Ueberwindung des Stirnwiderstandes sein; es ist gar nicht anders denkbar, denn der Augenschein lehrt es uns. Da sich aber aus einer vollkommen horizontalen Fluglinie eine solche anhaltende Kraft theoretisch nicht ableiten lässt, so vermuthe ich Folgendes:

Fig. 3.

Die nachfolgenden Untersuchungen über den wellenförmigen Segelflug werden lehren, dass für diesen der Gegenwind eine solche Kraftquelle bilde und dass die Flugwellen umso seichter ausfallen, je günstiger derselbe weht. Auch wird dort nachgewiesen werden, dass die Flügel beim Niederflug innerhalb der Welle stets nach abwärts, beim Auffluge dagegen nach aufwärts gerichtet seien. Ich vermuthe also, dass die Wandervögel bei Gegenwind ganz leise Bewegungen der als Segel gebrauchten Flügel um die horizontale Mittellage derselben machen und derart so seichte Wellen beschreiben, dass die Fluglinie uns als eine Horizontale erscheint. Derart sind sie dann vollkommen in der Lage, aus dem Gegenwinde eine dauernde Flugkraft zu schöpfen.

Wenn also die Wandervögel, wie man hört und liest, zuweilen schaarenweise, zu Tode ermattet, auf die Verdecke der Schiffe niederfallen, so dürfte die Ursache wohl stets in dem Umstande zu suchen sein, dass dieselben, nachdem sie auf anhaltenden Gegenwind gerechnet, über Meer fliegend plötzlich von einer Winddrehung überrascht wurden.

Bei dem vorstehend beschriebenen Horizontalfluge benützt also der Vogel während der Windstille die Flügel als Ruder und während des Windes zum Theile als Segel. Es gibt aber bekanntlich auch eine Flugart, bei welcher zumal grössere Vögel, insbesondere Raub-, Sumpf- und Wasservögel, auch bei Windstille, welche ich vorerst wieder voraussetze, ihre Flügel als Segel gebrauchen, und welche daher den Namen Segelflug führt, und bei deren Einhaltung dieselben eine wellenförmige Linie beschreiben.

Um die Gesetze des Segelfluges genau kennen zu lernen, will ich jetzt annehmen, dass sich in *c* ein Adler von steiler Klippe mit ausgebreiteten Flügeln, deren Durchschnitt die Linie *ab* darstellen möge, herabstürze. Der durch sein Gewicht *Q* veranlasste, von unten auf die Flügelflächen wirkende Luftdruck bewirkt die beiden Theilkräfte $cd = Q \sin. \alpha$ und $ce = Q \cos. \alpha$. Wären nun die Flügel unendlich dünn und wäre kein Stirnwiderstand vorhanden, so würde der Adler auf der Diagonalen *cf* des Kräfteparallelogrammes, also unter dem Anfangswinkel zum Horizonte $= 90^0 - \alpha$ seinen

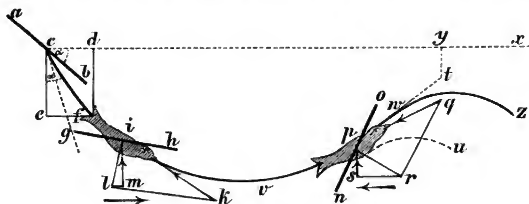


Fig. 4.

Niederflug beginnen. Da jedoch ein Stirnwiderstand vorhanden ist und die Flügel eine gewisse Dicke besitzen, so wird dieser Anfangswinkel grösser sein, und ist in der Figur durch dessen punktirte Tangente angedeutet.

Ich will jetzt den Vogel an einer anderen Stelle *i* seines Niederfluges betrachten, wobei *gh* den Durchschnitt seiner Flügelfläche darstellt. Der Luftwiderstand wirkt in der Richtung der Flugtangente und soll *ki* seine Grösse darstellen. Seine Flügel hält der Vogel, um den grössten Vortheil aus der durch sein Gewicht verdichteten Luft zu schöpfen, noch immer, aber minder steil nach ab-

wärts gerichtet, und die schon aus den früheren Figuren bekannte Zerlegungsweise liefert nach Andeutung der Pfeile in *mi* eine Kraft, welche den Segler trägt, und in *lm* eine solche, welche ihn horizontal nach rechts vorwärts schiebt.

Im Niederfluge innerhalb einer Segelwelle weiss also der Segler aus der unterhalb seiner Flügel verdichteten Luft einen doppelten Vortheil zu ziehen. Erstlich lässt er sich durch dieselbe tragen, und zweitens bezieht er aus derselben eine beständig wirkende Kraft, welche in horizontaler Richtung stetig vorwärts drängt.

In verticaler Richtung würde sich der Vogel im luftleeren Raume von *c* ab mit gleichförmig beschleunigter Geschwindigkeit bewegen; im lufterfüllten Raume dagegen fiele er lothrecht mit abnehmend beschleunigter Bewegung, bis er eine gewisse Maximalgeschwindigkeit erreicht hätte, wobei sich die Luft unter seinen Flügeln immer mehr verdichten würde, um endlich ebenfalls eine Maximaldichte zu erreichen. Im vorliegenden Falle dagegen, wo der Segler durch eine stetig wirkende Kraft fortwährend nach rechts gedrängt wird, bewegt sich derselbe längs der Ordinate mit abnehmender Geschwindigkeit nach abwärts, und diese ist in dem tiefsten Punkte der Curve *v* zuletzt Null geworden. In horizontaler Richtung *cx* aber erfährt die Geschwindigkeit einen stetigen Zuwachs, und hieraus ergibt sich, dass die zugehörige Curve, wie auch der Augenschein lehrt, ihre Concavität gegen oben und nach rechts wenden müsse.

Am tiefsten Punkte *v* also hat der Segler jene Freifallgeschwindigkeit erlangt, welche der loth-

rechten Höhe von *c* bis *v* abzüglich des Stirnwiderstandes entspricht, und die derart gewonnene lebendige Kraft nützt er nunmehr dazu aus, um sich mit Hilfe der unterhalb seiner Flügel verdichteten Luft wieder nach aufwärts tragen zu lassen, wobei er aber jetzt seine Flügel, welche in *v* horizontal lagen, immer mehr erheben muss.

Besehen wir uns jetzt den Vogel etwa in dem Punkte *p* der aufsteigenden Bahn und zerlegen wir den nach der Flugtangente *qp* gerichteten Luftwiderstand in bekannter Weise, so erblicken wir, wie die Pfeile zeigen, in *op* wieder eine Kraft, welche den Vogel trägt, in *rs* aber eine solche, welche auf die horizontale Bewegung nunmehr stetig verzögernd einwirkt. Wir erhalten demnach in dem aufsteigenden Bogen für den wahren Segelflug zwei Bewegungs-Componenten, von denen die eine parallel zur Ordinatenachse gegen oben und die andere parallel zur Abscissenachse nach rechts verzögerte Bewegung besitzt, folglich wieder einen Flugbogen, welcher seine Comovität nach oben, jedoch gleichzeitig nach links wendet.

Würde der Segler im aufsteigenden Bogen seine Flügel fortwährend nach aufwärts gerichtet halten, so würde er endlich an einen Punkt *t* gelangen, wo wegen des Stirnwiderstandes seine lebendige Kraft vollkommen erschöpft wäre, und er würde dann wie ein Pendel eine Flugcurve zurückbeschreiben. Es ist also durch den genannten Widerstand die verticale Höhe *ty* gleichsam aufgezehrt worden, und derselbe könnte sonach durch die lebendige Kraft gemessen werden, welche der Vogel bei freiem Fall in luftleerem Raume durch die Höhe *yt* gewinnen würde. Allein lange bevor

der Segler diesen Punkt *t* erreicht (in der Zeichnung im Punkte *w*), wird er seine Flügel senken und alsbald in eine abwärts geneigte Lage bringen. Derart beschreibt er dann einen aufwärts gekrümmten Bogen *w z* und gelangt demnach in die zweite Flugwelle, in welche er einen umso grösseren Theil des im ersten Niederfluge gewonnenen horizontalen Antriebes hinüberrettet, je weiter *w* lothrecht von *y* entfernt ist.

Um seinen Körper in die jeweilige Flugtangente zu bringen, senkt der Segler beim Niederfluge die Schwanz- oder Steuerfedern in abnehmendem Grade nach abwärts und richtet sie beim Aufwärtsfluge mehr und mehr auf. Langhalsige Vögel helfen hiebei durch die veränderte Kopflage nach, und Prechtl macht in seiner früher erwähnten Schrift, S. 112, darauf aufmerksam, dass sich diese eben erwähnten Körpertheile einander gewissermassen ergänzen, indem langhalsige Vögel in der Regel kürzere Schwänze besitzen als kurzhalsige.

Aus der bisherigen Beschreibung sind also als die vornehmsten Eigenthümlichkeiten des Segelfluges nachstehende Umstände hervorzuheben:

1. Die Flügel hält der Segler gegen die Fluglinie stets aufgerichtet, gegen den Horizont dagegen beim Niederfluge innerhalb einer Flugwelle in stets abnehmendem Masse nach abwärts, beim Aufwärtsfluge dagegen in stets zunehmendem Grade nach aufwärts gerichtet. Im untersten Punkte der Flugwelle hält der Segler die Flügel horizontal. Während also beim gewöhnlichen Ruderfluge die Stellung der Flügel eine mehr willkürliche ist und zunächst durch die Windrichtung bedingt

wird, ist sie beim Segelfluge unter allen Umständen eine gesetzmässige.

2. Die Stellung der Steuerfedern ist an ein ganz ähnliches Gesetz gebunden. Dasselbe Gesetz waltet aber auch beim gewöhnlichen Auf- und Abwärtsfluge und beim Horizontalfluge.

3. Beim Segelfluge entsteht durch die Wirkung der unterhalb der Flügel verdichteten Luft ein horizontaler Antrieb, welcher beim Abwärtsfluge als stetig wirkende beschleunigende Kraft, beim Aufwärtsfluge dagegen als verzögernde Kraft thätig ist.

4. Während die Wirkungen der oben erwähnten Kräfte innerhalb der ganzen Flugwelle einander aufzuheben streben, wirken die verticalen Componenten der unterhalb der Flügel erzeugten Luftverdichtung innerhalb der ganzen Welle stets im gleichen Sinne von unten nach aufwärts, und zwar derart, dass sie am höchsten Punkte der Welle ein Minimum besitzt, dagegen am tiefsten Punkte v ein Maximum erreicht. Von hier an nimmt die Dichtigkeit der Luft bis gegen w hinauf wieder allmälig ab und erreicht am nachfolgenden höchsten Punkte der Welle abermals ein Minimum. Derart verhält sich die unter den Flügeln verdichtete Luft ähnlich wie eine Spiralfeder, welche beim Niederdrücken mit der Hand Arbeit von dieser empfängt, beim langsamen Erheben der Hand aber die Arbeit wieder grösstentheils an dieselbe zurückgibt.

Die dabei verlorene verticale Höhe von w bis y kommt theils auf Rechnung des Stirnwiderstandes, theils auf jene des horizontalen Antriebes zu setzen, welchen der Segler noch in die nächste Welle hinüberbringt.

3*

Dieser gleitet also innerhalb seiner wellenförmigen Fluglinie sowohl abwärts wie aufwärts auf einer aus verdichteter Luft hergestellten Bahn, gerade so wie eine Kugel auf einer wellenförmig ausgeschnittenen Holzbahn fortrollen würde, wenn man den ersten niedergehenden Bogen derselben etwas höher gehalten oder der Kugel anfangs einen sanften horizontalen Stoss gegeben hätte. Beim Segelflug wird also gar keine Schwebearbeit geleistet, und dieser ungemein hohe Vorzug sichert der segelnden Luftschifffahrt bei genauer Nachahmung dieser Flugart für den Verkehr im Grossen den Sieg über alle übrigen Ideen und Versuche, einen solchen innerhalb unserer Atmosphäre anzubahnen.

5. Letzteres ist vornehmlich auch deshalb der Fall, weil die Theorie keine Grenze bezüglich der zu fördernden Lasten kennt, wenn nur die Segelflächen in einem richtigen Verhältnisse zum Gewichte derselben stehen. Die Geologie bestätigt dies ebenfalls; denn sie lehrt uns, dass zur Secundärzeit wahre Ungeheuer von Flugechsen die Luft durchschwirrt haben.

6. Der Stirnwiderstand prägt sich beim Segelfluge als verlorene verticale Höhe aus und kann daher durch verticale Flügelschläge oder Maschinen, welche die Luft nach unten drücken, überwunden werden.

Es ist ein Naturgesetz, dass bei den Vögeln die Flügelflächen, bezogen auf die Gewichtseinheit des Vogels, umso grösser werden, je kleiner derselbe ist; relativ grosse Flügelflächen scheinen somit jenen Vögeln mehr zuzusagen, welche vornehmlich den Ruderflug ausüben. Ein je grösseres

Gewicht ein segelnder Vogel gegenüber der Flächeneinheit seiner Flügel besitzt, umso tiefer muss er mit seinen Flügeln während des Segelns in die verdichtete Luft einsinken, umso stärker weicht somit die Tangente der Fluglinie von der Flügelrichtung ab, oder was dasselbe: umsomehr erscheinen die Flügel gegen die Fluglinie aufgerichtet. Wie man sich leicht vorstellen kann, macht also ein relativ grösseres Körpergewicht den Niederflug innerhalb einer Flugwelle steiler, den Aufflug aber flacher. Schönsegler, deren Ab- und Aufflug unter ziemlich gleichen Winkeln geschieht, wie der Adler, besitzen somit jenes relative Gewicht zur Flügelfläche, welches auch beim künstlichen Segelfluge nachzuahmen kömmt.

Ein relativ zur Flügelfläche grösseres Gewicht, wie es die grösseren Flugechsen der Secundärzeit besessen haben mögen, würde einen viel steileren Nieder- und einen umso flacheren Aufflug innerhalb jeder Flugwelle herbeiführen. Umgekehrt muss sich dagegen die Sache bei den kleinen Vögeln gestalten, welche gegenüber der Flügelflächen-Einheit ein viel geringeres Gewicht besitzen. So gleitet beispielsweise die Schopflerche, wenn sie segelt, innerhalb jeder Welle mit ausgebreiteten Flügeln unter einem sehr flachen Winkel wie auf einer Rutschbahn nieder, den aufgerichteten Bogen derselben kann sie aber nicht mehr ruhig segelnd bewältigen, weil er zu steil ist und überdies ihr Körpergewicht in einem ungünstigen Verhältnisse zum Stirnwiderstand steht, indem ersteres im cubischen, letzterer aber im quadratischen Verhältniss des grössten Körperdurchmessers zu- und abnimmt. Sie legt daher den aufsteigenden Bogen unter

Flügelschlägen zurück, wobei sie allerdings zugleich die durch den Stirnwiderstand verlorene Höhe hereinbringt.

Es wurde lediglich in der Absicht, die ganze Flugwelle der Betrachtung unterziehen zu können, angenommen, dass der Segler sich bis zu dem Punkte in der ersten Flugwelle emportragen lasse und von hier aus in die zweite Welle gelange; allein dann würde er nur mehr einen horizontalen Antrieb besitzen, welcher dem verticalen Abstande zwischen w und t entspricht. Um aber die nächstfolgenden Wellen mit grösserer Geschwindigkeit zu durchsegeln, muss sein horizontaler Antrieb grösser sein, und diesen wird der Segler erreichen, wenn er an einem tieferen Punkte der aufsteigenden Curve, also etwa in p nach der punktirten Linie pu der zweiten Welle zusegelt. Den grössten Antrieb wird er aber in dem tiefsten Punkte v besitzen; er wird daher nahe oberhalb desselben, und zwar in einer Höhe, in welcher er die nachfolgenden, viel seichteren Wellen halten will, in die zweite Welle einlenken. Wir sehen daher den Raubvogel, wenn er sich von steiler Höhe herabstürzt, nur so tief niedergehen, bis er die von ihm gewünschte Segelgeschwindigkeit besitzt, und dann von hier aus in beträchtlich tieferer Luftlage und in ziemlich seichten Wellenlinien fortziehen.

Würde nun der Segler bei Windstille seine Schwingen gar nicht mehr rühren, so würde sich seine wellenförmige Fluglinie in Folge des fortdauernden Stirnwiderstandes immer mehr senken und dem Erdboden nähern, bis er zuletzt zur Landung gezwungen wäre. Will er sich also fort-

während in gleicher Höhe über dem Erdboden erhalten, so muss er, da er von keiner Seite mehr einen Antrieb erhält, hie und da mit Flügelschlägen nachhelfen, also nicht ausschliesslich nur segeln, sondern auch etwas rudern.

Besitzt der Segler aber Gegenwind, so erspart er nicht nur die Schwebearbeit, sondern, wenn der Wind stark genug ist, auch jedwedes Rudern, somit auch alle Translationsarbeit; er benützt dann die Flügel ausschliesslich nur als Segel. Ist der Wind so stark, dass er mehr Kraft liefert, als zur Translationsarbeit nöthig ist, so kann er sogar, ohne von Segelgeschwindigkeit einzubüssen, gegen den Wind auffliegen, folglich in eine höhere Luftschichte sich ohne Ruderschlag erheben.

Diese Wirkung des Gegenwindes ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, dass der Segler beim Niederfluge innerhalb einer Welle vom Winde niedergedrückt, folglich die durch sein Gewicht unterhalb der Flügel geschaffene Luftverdichtung erhöht wird. Demnach muss die Geschwindigkeit am tiefsten Punkte v der Welle (siehe frühere Figur) zunehmen. Desgleichen wird aber auch das Gewicht des Seglers beim Auffluge innerhalb der Welle erleichtert, und derselbe kann daher hier eine grössere Höhe erreichen. Es nützt also der Gegenwind dem Segler sowohl beim Nieder- als beim Auffluge, und da sich dies während der Dauer des Windes bei jeder Flugwelle wiederholt, so wird derselbe zu einer beständig wirkenden Kraft, welche den horizontalen Auftrieb auf seiner Höhe erhalten und selbst vermehren kann. Deshalb sehen wir auch die Wandervögel für lange Reisen beständig den Gegenwind abwarten.

Allerdings wird durch den Gegenwind auch der Stirnwiderstand vermehrt; allein da der mittlere Querschnitt des Körpers sehr klein gegen die Flügelfläche ist und der Hals eine sonst gegen denselben abfallende Fläche bildet, so ist dieses vermehrte Hinderniss keineswegs ausschlaggebend.

Wenn der Segelvogel bei Hinterwind schneller fliegt als dieser, so verlängert sich jede Flugwelle um jenes Stück Weges, welches der Wind während der Dauer derselben zurücklegt; allein da der Hinterwind hinter dem Segler zurückbleibt, so kann er auch niemals zur Kraftquelle werden, wie der Gegenwind. Wir sehen daher auch die Wandervögel den Hinterwind meiden, und es mag wohl eine Winddrehung die Ursache sein, wenn sie zuweilen, nachdem sie auf anhaltenden Gegenwind gerechnet (wie man hört und liest) schaarenweise und zu Tode ermattet auf die Verdecke der Schiffe niederfallen.

Nun ist aber bei Hinterwind noch eine andere Art Segelflug denkbar, von welcher ich aber nicht mit Bestimmtheit behaupten kann, ob sie von den Vögeln wirklich zeitweise eingehalten wird, weil es kaum ausführbar erscheint, im Freien die Geschwindigkeit des Seglers mit jener des Windes sicher zu vergleichen.

Es kann sich nämlich der Segler auch vom Hinterwinde treiben lassen, also hinter demselben zurückbleiben. Hiebei wird der Wind ihn während des Niederfluges innerhalb einer Welle gleichsam lüften oder leichter machen und daher die Luftverdichtung unterhalb der Flügel verringern, und ebenso wird er ihn während des Auffluges niederdrücken, daher den Widerstand gegen die unter-

halb befindliche verdichtete Luft vermehren. Daher schadet hier der Hinterwind dem Segelfluge genau so, als ein Gegenwind von gleicher Geschwindigkeit ihm nützen würde; der Segler verliert also hier an Geschwindigkeit fortdauernd, während dieselbe bei Gegenwind aufrecht gehalten oder selbst vermehrt wird.

Es ist sehr lehrreich, sich hier die absolute Geschwindigkeit des Seglers in die beiden Theilgeschwindigkeiten zu zerlegen, von denen die Eigengeschwindigkeit des Seglers (sowie auch sein Stirnwiderstand) als negativ anzusehen ist, weil derselbe hinter dem Winde zurückbleibt. Man denke sich den Fall, der Segler hätte seinen horizontalen Antrieb gänzlich eingebüsst und wende die Schwanzfedern nach abwärts; er wird nun vom Hinterwinde aufgerichtet und gleitet, verglichen mit irgend einem vorrückenden Punkte, innerhalb des fortströmenden Windes nach ab- und rückwärts. Am tiefsten Punkte der gleichsam rücklaufenden Flugwelle hat er seine hinteren Steuerfedern, welche er bisher immer mehr aufrichtete, bereits horizontal gestreckt und richtet sie jetzt allmälig mehr und mehr nach aufwärts. Er wird also jetzt durch seine erlangte lebendige Kraft rückwärts bergan getragen u. s. f. Diese relativ rückläufige Segelbahn ist aber dennoch für den auf dem Erdboden stehenden Zuschauer eine zwar hinter dem Winde zurückbleibende, aber nach der Windrichtung vorwärts laufende Wellenbahn, wovon man sich sogleich überzeugt, wenn man sie auf Papier aufträgt und jedem Punkte die zugehörige Windgeschwindigkeit beifügt. Jedem Niederfluge der rückläufigen entspricht dann ein Aufflug der rechtläufigen Segel-

bahn und umgekehrt; und auch die Flügelstellung ist eine solche, wie sie die letztere verlangt.

Ist der Segler gezwungen, eine Windrichtung senkrecht oder schräge zu kreuzen, so muss er auch in horizontaler Richtung steuern, sei es durch schräges und seitliches Wenden seiner Schwanz- oder Steuerfedern, oder durch ungleiche Haltung seiner Flügel oder durch gleichzeitige Anwendung beider Mittel. Unter Umständen kann er sich auch gezwungen sehen, förmlich zu laviren, wobei er möglichst den Gegenwind als Kraftquelle und nur im Nothfalle den Hinterwind benützt, um sich von diesem auf grössere horizontale Entfernungen forttragen zu lassen.

Lösung der Flugfrage.

Unter der Lösung der Flugfrage verstehe ich nicht nur die Möglichkeit des persönlichen Kunstfluges, sondern im weitesten Sinne des Wortes alle jene Mittel, welche erlauben, uns nach Gutdünken in die Luft zu erheben, und wo wir es wünschen hinzufahren, oder wie Lilienthal sehr treffend sagt:

»wohin wir wollen und nicht wohin der »Wind will!«

Gewiss wird es Viele überraschen, wenn sie hören werden, dass man nach dem heutigen Stande der Dinge berechtigt ist zu sagen, dass der angestrebte Zweck auf vier Wegen zu erreichen sei. Ich will sie kurz nennen:

1. Das lenkbare Luftschiff mit Gasballon, welches Auftrieb besitzt.
2. Das aviatische Luftschiff und
3. Das Segel-Luftschiff, welche beide schwerer als das durch sie verdrängte Luftquantum sind.
4. Den persönlichen Kunstflug.

Ueber das lenkbare Luftschiff mit Gasballon, Netz und Gondel sammt Motor — sei es nun ein Gas-, Petroleum-, Dampf- oder elektrischer — habe ich schon zu Eingang der Schrift gesprochen.

Der Vollständigkeit halber ist in Figur 5 dasjenige Luftschiff gezeichnet, welches bis nun die meisten Erfolge aufzuweisen hatte.

Es ist dies der von den beiden französischen Hauptleuten Renard und Krebs construirte Ballon »La France«, welcher in den Jahren 1884 und 1885 unter sieben Freifahrten fünfmal wieder an seinen Ausgangspunkt zurückkehren konnte.*)

Der genannte Ballon hat die Form einer Cigarre; seine Länge beträgt 50·42 *m*, sein grösster Durchmesser 8·4 *m*. Die Hülle besteht aus Seidentaffet und ist von einem Netzhemde umgeben. Im In-

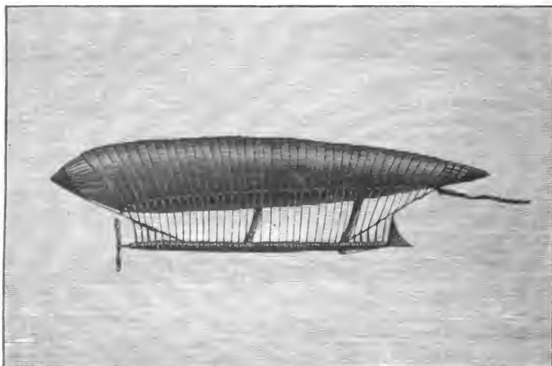


Fig. 5.

neren des Ballons befindet sich ein Ballonet, wie ihn schon Meunier im vorigen Jahrhunderte anwendete; von den beiden Schläuchen, die aus dem Ballon treten, dient der eine zur Füllung des Ballons, der andere zum Anblasen des Ballonets.

Die in Form eines Canoe gebaute Gondel ist 33 *m* lang, 2 *m* hoch und 1·5 *m* breit; sie hängt circa

*) Der Ballon »La France« war im vorigen Jahre auf der Weltausstellung in Paris zu sehen und erregte allgemeines Interesse.

4 *m* unter dem Ballon und ist gegen denselben versteift.

Als Motor diente, wie bei Tissandier's Versuchen, eine Elektro-Dynamo-Maschine; die Batterie bestand jedoch aus 32 bedeutend kräftigeren Elementen. Die Leistung der Maschine betrug 8·5 Pferdekräfte. Die Propellerschraube des Ballons ist zweiflügelig, besitzt 7 *m* Durchmesser und wurde an der Vorderseite der Gondel angebracht. Die Achse wird beim Landen aufgeklappt, um die Schraube vor Schaden zu bewahren. Sie machte 46 Umdrehungen pro Minute und ertheilte dem Ballon in unbewegter Luft eine Eigengeschwindigkeit von 5—6 *m*. Das Steuer wurde in Form eines Octaeders gebildet, wodurch ein einseitiges Aufblähen durch den Wind vermieden werden konnte.

Die erste Auffahrt mit diesem Ballon (Fig. 6) fand am 9. August 1884 statt; sie dauerte 25 Minuten und endete mit der Rückkehr der Luftschiffer zu ihrer Abfahrtsstelle. Ueber diese das grösste Aufsehen erregende Fahrt berichtete Capitän Renard an die Akademie der Wissenschaften zu Paris: »Um vier Uhr Nachmittags, bei fast windstillem Wetter, stieg der freigelassene und wenig Steigkraft besitzende Aërostat langsam bis zur Höhe des umliegenden Plateaus. Die Maschine wurde in Bewegung gesetzt, und der Ballon beschleunigte unter ihrem Einflusse seinen Gang, indem er getreulich der geringsten Wendung des Steuers gehorchte. — Es wurde zunächst die Richtung von Norden nach Süden eingeschlagen, indem wir auf das Plateau von Chatillon nach Verrières lossteuerten; in der Höhe der Strasse von Choisy nach Versailles angelangt, wurde, um nichts mit Bäumen zu thun zu

bekommen, die Richtung geändert und das Vordertheil des Ballons nach Versailles zugewandt. Als wir uns oberhalb Villaconblay befanden, ungefähr 4 *km* von Chalais entfernt, und von der Art, wie sich der Ballon unterwegs betrug, ganz befriedigt waren, beschlossen wir, Kehrt zu machen und zu versuchen, in Chalais selbst herunter zu kommen, ungeachtet des geringen freien Raumes, welcher durch die Bäume gelassen ist. Der Ballon führte seine Wendung nach rechts unter einem sehr kleinen Winkel (ungefähr 11 Grade) mittelst des Steuers aus. Der Durchmesser des beschriebenen Kreisbogens betrug ungefähr 300 *m*.

Indem der Invalidendom als Richtungspunkt angenommen wurde, blieb in diesem Momente Chalais ein wenig links liegen. Angekommen in der Höhe dieses Punktes, vollführte der Ballon mit ebensolcher Leichtigkeit wie vorher eine Richtungsänderung nach links, und bald schwebte er 300 *m* hoch über seinem Abgangspunkte.

Die Neigung zum Sinken, welche dem Ballon in diesem Momente innewohnte, zeigte sich nach dem Spiele des Ventils noch entschiedener. Während dieser Zeit musste die Maschine mehrmals vorwärts- und wieder zurückarbeiten, um den Ballon über den zur Landung gewählten Punkt zu bringen. Als der Ballon 80 *m* hoch über dem Boden stand, wurde ein herabgelassenes Tau von Mannschaften ergriffen und der Aërostat auf den Rasenplatz geleitet, von welchem er abgefahren war.«

Eine zweite am 12. September desselben Jahres unternommene Fahrt missglückte insoferne, als die Maschine Schaden litt und der Ballon vom Winde fortgetrieben wurde. Hingegen fielen die am 8. No-

vember gemachten zwei Auffahrten wieder sehr glücklich aus (Fig. 7).

Aus den untenstehenden Figuren 6 und 7 ist sowohl der Weg als auch die Richtung zweier Auffahrten des mit Recht berühmten Renard-Krebsschen Ballons »La france« zu ersehen.

Wir entnehmen daraus, dass thatsächlich die

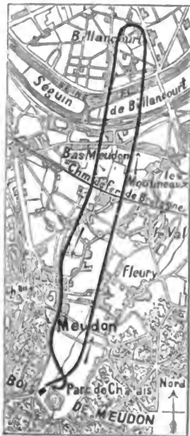


Fig. 6.

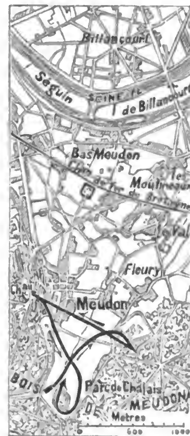


Fig. 7.

Lenkbarmachung des Gasballons ein heute schon gelöstes Räthsel ist.

Diesen Ballon zu vervollkommnen — ihm eine möglichst grosse Eigengeschwindigkeit zu geben — daran wird in Chalais eifrigst gearbeitet.

Ich lasse nun zwei sehr lehrreiche Tabellen der bemerkenswerthesten Grössen und Gewichtsverhältnisse der bis nun erbauten lenkbaren Ballons folgen:

Ballon	Gesammt-Gewicht kg	Gewicht des Ballons in %
Giffard (1852). Dampfmaschine	1550	55
Haenlein (1872). Gasmotor	1556	48
Tissandier (1883). Elektro-dynamischer Motor	854	38
Renard und Krebs (1885). Elektro-dynamischer Motor	1786	30

Uebersichtstabelle der bis jetzt erbauten »lenkbaren

	Länge m	Grösster Durchmesser m	Verhältniss des Durchmessers zur Länge	Cubikinhalt m³	Tragfähigkeit (Deplacement) kg	Gewicht des Motors kg	Pferdestärke des Motors
Giffard 1852	44	12	1 : 3·66	2500	1800	870	3
„ 1855	70	10	1 : 7	3200	2240	.	.
Dupuy de Lome 1872	36·2	14·8	1 : 2·43	3450	3800	1254	1·3—2
Haenlein 1872	50·4	9·2	1 : 5·5	2400	2630	537	3·6
Tissandier 1883/84	28	9·2	1 : 3	H. 1060	1240	(300) 280	1·5
Renard und Krebs 1884/85	50·4	8·4	1 : 6	1860	2000	6·25	8·5

Gewicht der Gondel	Gewicht der Maschine	Anzahl der Luftschiffer	Auftrieb des Ballons	Durchmesser des Propellers	Leistung der Maschine	Widerstandsfläche	Leistung per 100 m^2 der Widerstandsfläche	Eigengeschwindigkeit des Ballons
des Ges.-Gew.			*kg*	*m*	Pf.-Kft.	m^2	Pf.-Kft.	*m*
6	34	1	950 (75)	3·5	3	113·1	2·7	2·5
7	34	2	852 (9)	4·6	3·6	66·5	5·5	5 (?)
12	33	2	396	2·9	0·8	66·5	1·2	3
25	37	3	413	7·0	9	55·4	16·2	6

Luftschiffe«, welche freie Fahrten unternommen haben.

Zahl der Propellerflügeln	Durchmesser des Propellers	Tourenzahl per Minute	Angebliche Geschwindigkeit pro Secunde	Per Pferdekraft war vom Gewicht zu bewegen	Gewicht des Motors pro Pferdekraft	Reductions-Coëfficient	Der Dampfmaschine: Nutzleistung	Der Dampfmaschine: Wirkungsgrad
	m		*m*	*kg*			HP	%
3	3·4	110	2 —3	600	290	.	1	30
2	.	.	.	.	.	Nach Léni Collais 1/5 kein Ballonet	.	.
2	9	25	2·6	3000	1200	hatte Ballonet 1/5	1·2	33
4	4·6	90	5·2	730	146	.	.	.
2	2·85	120—190	3 —4	500	186	1/5	1/2	33
2	7	46	5·5—6·5	235	77	1/6 oder 0·175	3·4	40

Die Vergleichung der Gewichte und ihrer Vertheilung ergibt zunächst die interessante Thatsache, dass bei den chronologisch geordneten Versuchen das Gewicht des tragenden Ballons im Verhältniss zum Gesammtgewichte des Luftschiffes abgenommen hat (von 55 auf 30 Percent); hingegen das Gewicht der Gondel stetig zunahm (von 6 auf 25 Percent); das verhältnissmässige Gewicht des Motors blieb so ziemlich dasselbe (zwischen 33 und 37 Percent).

Die in die Rubrik: Auftrieb eingestellten Ziffern beziehen sich auf Wasserstoff als Traggas. Da jedoch bei den Luftschiffen von Giffard und Haenlein Leuchtgas verwendet wurde, sind die betreffenden Angaben des Auftriebes in ( ) hinzugefügt worden.

In den nächsten Rubriken fällt besonders der grosse Propeller-Durchmesser des letzten Luftschiffes (7·0 *m*) und die bedeutende Leistung seiner Maschine auf (9 Pferdekräfte).

Als Widerstandsfläche wurde der Flächenraum des grössten Parallelkreises des Ballons eingeführt, also angenommen, dass die Achse des Ballons mit der Windrichtung zusammenfällt und von dem Widerstand der Gondel etc. abgesehen werden kann.

Diese etwas rohe Annahme hat jedoch nur den Zweck, einen angenäherten Vergleichsmassstab für die Leistungsfähigkeit der vier Luftschiffe zu gewinnen.

Dividirt man nämlich die Leistung jedes Motors in Pferdekräften durch die zugehörige Grösse der Widerstandsfläche, so erhält man jenen Antheil der Leistung, welcher auf eine gewisse Einheit von Widerstandsfläche, z. B. 100 m^2 entfällt. Die vorletzte Rubrik gibt die so ermittelten Quotienten an. Hier kennzeichnet die hohe Ziffer von 16·2 Pferde-

kräften pro 100 m^2 Widerstandsfläche beim Luftschiffe von Renard und Krebs den Hauptvorzug desselben und enthüllt die Ursache seines bedeutenden Erfolges.

Die letzte Rubrik gibt Aufschluss über die mit den Luftschiffen erreichten Fahrgeschwindigkeiten. Auch hier trägt »La France« mit 6 *m* pro Secunde den Sieg davon. Die verhältnissmässig hohe Ziffer von 5 *m* bei Haenlein's Ballon dürfte wohl ihren Grund in dem Umstande haben, dass die Messungen nicht bei freier Fahrt angestellt wurden.

Aus diesen Vergleichen kann man erkennen, welchen Sinn das Schlagwort: Lenkbarkeit des Ballons heute besitzt.

Es handelt sich weniger darum, Richtungsänderungen des Ballons leicht und sicher zu bewerkstelligen. Dies ist mit gut construirten Steuern stets zu erreichen und bedarf keines bedeutenden Aufwandes von Kraft. Der Kernpunkt des Problems liegt darin, die Eigenbewegung des Ballons nach vorwärts durch eine leichte, aber starke Maschine auf ein möglichst hohes Mass zu bringen. Welche Ziffern hiebei erreicht werden müssen, ist durch Windbeobachtungen bereits annähernd bekannt. In der gewöhnlichen Fahrstrasse der Luftschiffer, d. i. in der Höhe von 600—1000 *m*, würden nach Beobachtungen von Green Eigengeschwindigkeiten des Ballons von 9—11 *m* genügen, um durch zwei Drittel der Zeit eines Jahres fahren zu können; in höheren Regionen wären nach Flammarion 14—16 *m* nöthig.

Auch nach den an der Spitze des Eiffelthurmes im vorigen Jahre angestellten Messungen beträgt schon in 303 *m* Höhe über der Seine die durch-

schnittliche Windgeschwindigkeit von 101 Sommertagen 7·05 *m*, gegenüber von 2·24 *m* per Secunde auf einem nur 21 *m* über demselben Niveau sich befindlichen Beobachtungspunkte.

Gesetzt den Fall, man hätte heute schon diese hohen Eigengeschwindigkeiten mit dem lenkbaren Gasballon erreicht, so würde man allerdings für militärische und eventuell auch für Sportzwecke über ein kaum hoch genug zu bezahlendes Vehikel verfügen. Aber die im Eingange dieser Schrift dargelegten Gründe sagen uns, dass heute dieses Bestreben noch auf so grosse Hindernisse stösst, dass es kaum abzusehen sei, ob die jetzige Generation die Lösung dieser Frage auf diesem Wege erlebt.

Freilich heute wird man von so vielen technischen Wundern überrascht, dass man nur zagenden Herzens sich zu einer negativen Prophezeiung auf diesem Gebiete entschliesst. Aber das Eine kann man getrost behaupten, ein allgemeines Verkehrsmittel verspricht auch selbst der als erfunden vorausgesetzte Ballon mit 20 *m* Geschwindigkeit nicht zu werden. Er wird seiner Hülle halber, die man ja nicht in's Unermessliche, wie Gauswindt meint, bauen kann, stets nur sehr wenig Nutzlast mit sich nehmen können, bei Landungen immer mit dem Winde in Conflict gerathen und daher niemals ein den Eisenbahnen erfolgreich concurrirendes Vehikel werden.

Diese Ueberzeugung würde uns traurig stimmen, wüssten wir kein anderes Mittel, um mit grossen Lasten die Luft zu durchfliegen. In dem aviatischen Luftschiffe ist uns aber ein solches gegeben.

Ritter v. Loessl schreibt in seiner sehr beachtenswerthen Broschüre: »Der Luftwiderstand im Allgemeinen und in seiner besonderen Beziehung auf die Luftschifffahrt« Seite 44 Folgendes:

»Es dürfte die Furcht nicht unbegründet sein, dass die Renard-Krebs'sche an sich höchst verdienstvolle Errungenschaft weniger als der Anfang einer neuen gedeihlichen Luftschifffahrtsära, sondern vielmehr als der Abschluss der jetzt hundertjährigen auf die Herstellung der Luftballons gerichteten Bemühungen zu betrachten sei.

Hievon wird das andere, nämlich das sogenannte aviatische Gebiet der Flugtechnik, wobei der Drachen und der Vogelflug das Vorbild ist, nicht berührt.«

Ich will das aviatische Luftschiff seinem Wesen nach nur ganz kurz beschreiben.

Es besteht in seiner einfachsten schematischen Gestalt aus einer gegen den Horizont schief gestellten Fläche, welche mit einer so grossen Kraft und Schnelligkeit vorwärts getrieben wird, dass der so erzeugte mit dem Quadrate der Geschwindigkeit wachsende Luftwiderstand das Gewicht desselben trägt, oder mit anderen Worten, dass das Luftschiff sich auf einer Schichte unter ihm comprimirter Luft vorwärts bewegt — also nicht nur am Fallen verhindert wird, sondern horizontal oder langsam ansteigend, mit grosser Schnelligkeit dahinsaust.

In nachstehender Figur ist ein Schema desselben gegeben. Dasselbe stellt uns den idealen Längenschnitt eines aviatischen Luftschiffes vor.

AB ist die Fläche, welche natürlich von bedeutender Grösse sein muss, innen und aussen fest versteift und aus einem sehr widerstandsfähigen

elastischen Materiale erzeugt ist. Die Dicke nimmt natürlich mit der zunehmenden Flächenausdehnung ebenfalls zu. *F* sind die Puffer zum Landen. Dieselben sind so gestellt, dass sie auf der Landungsebene vertical stehen. *C* ist der Raum zur Unterbringung der Nutzlast und Betriebsmaterialien, *D* der Raum für den Motor, welcher nach dem heutigen Stande der Maschinentechnik wohl noch immer ein Dampfmotor (eventuell ein Petroleummotor) sein müsste,

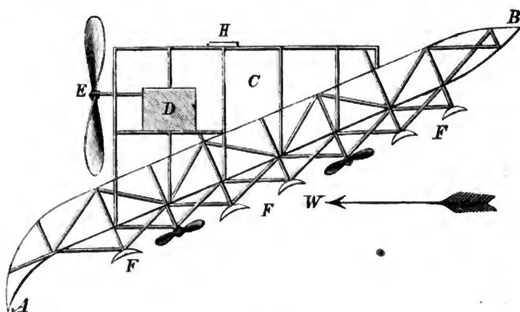


Fig. 8.

da nur bei solchen mit der grösstmöglichen Zahl von Pferdekräften das geringste Gewicht zu verbinden ist. *E* ist eine oder ein System von Luftschrauben und *H* die Commandobrücke.

Verwandt mit den aviatischen Luftschiffen sind die sogenannten Drachenflieger, wie z. B. Kress aus Wien einen solchen wirklich baute, und der auch thatsächlich praktische Erfolge aufzuweisen hatte.

Kress schildert in seiner Broschüre: »Aëroveloce, lenkbare Flugmaschine«, erfunden von Wilh. Kress, Seite 11: »Der Aëroveloce ist eine lenkbare Flugmaschine, welche sich auf dem Wasser, respective

Lande fortzubewegen und, nachdem sie eine bestimmte Geschwindigkeit erzielt, d. h. einen Anlauf genommen hat, auf schiefer Ebene der Luft sich heben, in beliebige Höhe steigen oder wie eine Schwalbe nur einige Fuss hoch über dem Wasser in beliebiger Richtung mit einer Geschwindigkeit bis 40 *m* pro Secunde fliegen kann.

Den Hauptbestandtheil des Aëroveloce bildet der Flügel in Verbindung mit den elastischen Luftpropellern. Während durch letztere die Fortbewegung bewirkt wird, gibt der Flügel ihm die nöthige Schwebekraft. Da der Aëroveloce so construirt ist, dass er in seiner Vorwärtsbewegung nur einen sehr geringen Widerstand zu überwinden hat, schwimmt er, ähnlich dem Vogel, mit dem Flügel, welcher eine grosse Fläche bildet, auf der unter demselben verdichteten Luft.

Was der Vogel mit dem Niederschlage seiner Flügel bewirkt, das verrichtet hier der Luftpropeller, und dieselbe Wirkung, die der Vogel mit dem Zurückziehen der Flügel nach vorne und das Ausbreiten derselben beim regungslosen Schweben erzielt, das leistet hier der regungslose Flügel.«

Mag nun die Ausführung wie immer beschaffen sein, stets wird die mittelst Motor nach vorwärts getriebene schiefe Fläche das Charakteristikon des aviatischen Luftfahrzeuges sein. Zum Heben und Senken desselben würden an der Unterfläche vertical gegen dieselbe wirkende Luftschrauben, welche eventuell mit den Puffern *F* in Verbindung gesetzt werden können, Verwendung finden. Mehr will ich mit Rücksicht auf die spätere Beschreibung eines Segelluftschiffes absichtlich hier nicht erwähnen, da vieles dort Gesagte auch hierher sich

beziehen lässt und ein zu weites Eingehen in die Sache nicht nur ermüdet, sondern auch mit dem Zwecke dieser Schrift schwer in Einklang zu bringen ist und besser Platz in aëronautischen Zeitschriften findet.

Die Segelluftschiffe werden in dem nächstfolgenden Capitel behandelt, ich kann also hier gleich den persönlichen Kunstflug besprechen. Wohl werden Viele die Köpfe schütteln, und vor gar nicht so langer Zeit gehörte ich selbst zu denen, welche einen solchen als direct unmöglich wähnten.

Aber nicht über Nacht haben sich meine Ansichten geändert, sondern darum, weil ich erst jetzt mich näher mit der Sache befasste.

Wohl ist der Mensch von Natur aus nicht zum Fliegen geschaffen — wie so Viele sagen — aber nach Darwin waren ja auch die ersten Menschen eigentlich nicht zum Gehen von der Natur ausgestattet, sie mussten es erst, wie ja auch heute jedes Kind, lernen. — Auch Reiten und Velocipedfahren, ja selbst das Schwimmen ist nicht Jedermanns Sache. — Diese Geschicklichkeiten müssen durch fleissige Uebung erworben werden — sowohl auch das Fliegen, vorausgesetzt, dass ein passend construirter Flugapparat zur Verfügung steht. Nun hat aber wohl Ernst Freiherr von Wechmar einen solchen construirt, er ist aber so unzweckmässig ausgefallen, dass sich ernst denkende Menschen nicht weiter mit ihm befassen. Und in der That, was nützt ein Flugapparat, mit dem man nicht fliegen kann, er ist schlechter als gar keiner, weil er Geld und Zeit kostet und nichts bietet. Auch alle bis nun erdachten Flugmaschinen von Degen, um nicht gar von Ikarus anzufangen, taugen

nichts. Es ist auch noch gar keiner gefunden, welcher functionirt, und dennoch behaupten mit mir Viele, dass ein persönlicher Kunstflug möglich sein müsse. Ich weise nur auf die im letzten Jahre erschienenen Schriften von Lilienthal, Parceval, Marey und Miller von Hauenfels hin. Der Grund liegt einfach darin, weil man dieser Frage erst in der allerletzten Zeit wissenschaftlich nähergetreten ist.

Solange sich nur Phantasten dieser Sache bemächtigten, stand sie sehr im Argen, nun aber ist durch mannigfache Experimente und wissenschaftliche Untersuchungen viel einschlägiges Material gewonnen worden, und zeigen auch die Rechnungen, dass wir hoffen dürfen, es möge sich der persönliche Kunstflug realisiren. Freilich sind vorher noch eine Anzahl von Fragen zu lösen, aber es ist sicher, dass sie lösbar sind.

Die Maschinentechnik ist im steten Fortschreiten begriffen, auch die Technologie hält mit den anderen technischen Disciplinen gleichen Schritt, und was heute noch unausführbar scheint, damit wird morgen die Welt überrascht.

So skeptisch ich mich dem lenkbaren Gasballon gegenüber verhalte, so gerne lasse ich mich heute für den persönlichen Kunstflug einnehmen. Ja, der Mensch wird in gar nicht mehr so ferner Zeit mit Flügeln mindestens ebenso sicher durch die Lüfte eilen, wie er heute einen Berg besteigt oder sich von dem unlenkbaren Kugelballon durch die Lüfte tragen lässt. Nur wird er dann frei von dem, wenn auch nicht gerade beschämenden, so doch niederdrückenden Gefühle sein — nicht dorthin zu kommen — wohin er will. Gleich bleibt sich für

das Resultat, ob nun ein Maschinchen oder die Muskelkraft der Füsse der Geschicklichkeit der Arme zu Hilfe kommt. Wohl werden auch die ersten Versuche plump und ungraziös ausfallen und der Mensch nie mit dem zierlichen Fluge der Schwalbe in Concurrenz treten können, aber wir sind vorerst mit viel bescheideneren Resultaten zufrieden und umsomehr, als uns der Calcül sagt, dass wir gerechterweise hoffen dürfen, nach und nach selbst den Adler an Geschwindigkeit zu übertreffen.

Auch bezüglich der Flugmaschine möchte ich heute nicht gerne mehr sagen als Allgemeines und einige Citate, noch viel weniger Zeichnungen oder Rechnungen geben. Wer sich des Näheren dafür interessirt, den verweise ich auf das französische Werk von Marey »*Le vol des oiseaux*« und auf Lilienthal »Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst«.

Miller von Hauenfels sagt in seiner Schrift »Der mühelose Segelflug und die segelnde Luftschifffahrt als Endziel hundertjährigen Strebens« Seite 53 und 54 Folgendes:

»Die Rechnung zeigt, dass der Mensch auch nicht im Entferntesten jene Kraft aufzubringen vermöge, welche nothwendig ist, um sich sammt einem Flugapparate in der Luft schwebend zu erhalten. Daraus folgt, dass auch der Einzelnflugapparat auf die Nachahmung des Segelfluges eingerichtet sein müsse, wofür dem Menschen, weil es sich lediglich um Ueberwindung des Luftwiderstandes handelt, die erforderlichen Kräfte ohne Ueberanstrengung zu Gebote stehen.

Weiters ist es nicht damit abgethan, dass man sich grosse Flügel oder Flugmäntel anschnalle,

wie Freiherr von Wechmar will, weil die Aeusserlichkeiten des Vogels wohl für seine Organisation, aber nicht für jene des Menschen passen.

Soll der Einzelnflug gelingen, so muss der Fliegende sich in jener Stellung befinden, welche für ihn die bequemste ist, sein Oberkörper muss daher beständig aufgerichtet sein, sein unterer Körper aber in sitzender oder liegender Stellung sich befinden.

Es müssen ferner seine Kräfte der Lage und Ausbildung seiner Muskeln entsprechend in Anwendung kommen; den Füssen muss also die stärkere und einförmigere, den Händen aber die leichtere, jedoch heikligere Arbeit anvertraut werden, ähnlich wie beim Fahren mit dem Zweirade, wo die Füsse das eintönige, aber schwerere Kurbeltreten, die Hände dagegen die leichtere, aber stets wechselnde Steuerung besorgen.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich aber die vernünftige Einrichtung eines Einzelflugapparates wie von selbst.

So wenig auch der Fallschirm für grössere Flugschiffe entsprochen hat, so sehr scheint er sich für eine Vorrichtung zum Einzelnfluge zu empfehlen, weil er nunmehr ziemlich niedrig gehalten werden kann.

Eine Länge von 9 *m* und eine Breite von 5 *m* wäre für denselben vollkommen ausreichend, und dabei hätte der Schirm gegen oben in eine Kante, nach vorne und hinten aber in eine Spitze auszulaufen, damit er die Luft leicht durchschneide. Durch seinen Schwerpunkt hätte eine eiserne Rundstange zu gehen, und an dieser würden mittelst Oesen die zwei lothrechten Trageisen hängen,

welche den Sitz tragen. Ausserdem würde die Rundstange des Schirmes an passender Stelle noch einen Hebel besitzen, welcher jene oscillatorischen Bewegungen zu machen hätte, die der Segelflug erfordert.

Die Uebertragung der Bewegung auf diesen Hebel geschehe von einer Kurbel aus, deren Bewegungen der rechten Hand anzuvertrauen wären, während die linke zeitweise ein Steuer einzustellen hätte, welches sich im Rücken des Fliegers befindet.

So lange der segelnde Flug dauert, wären die Kurbelbewegungen regelmässig, beim Abflug und vor dem Landen hätten sich die Kurbelbewegungen entsprechend zu ändern.

Unter dem Sitze befände sich ein grösserer horizontaler Luftflügel, dessen Bewegung ähnlich wie beim Zweirade von den sich hin- und herbewegenden Füssen besorgt würde. Unterhalb des Sitzes hätten sich vier niedere und starke Räder zu befinden, zu denen eine Bremse gehören würde. Die gleitenden Lager derselben wären oberhalb, zur Milderung des verticalen Stosses beim Landen, mit Puffern zu versehen, und die Räder kämen, um dem Luftflügel Raum zu lassen, ziemlich weit auseinander zu stehen, was auch betreffs des sicheren Landens seine Vortheile hätte.

Der Abflug hätte mittelst eines kleinen Krahnes von einem Thurmfenster oder steilen Abhange zu geschehen, das Landen wäre aber immerhin mit einigen Schwierigkeiten verbunden, weil auch hier wieder ein kleiner Winkel zum Erdboden einzuhalten wäre, dann aber der verbleibende horizontale Theil der lebendigen Kraft das Bestreben besässe, den Apparat stark zu schleudern, was durch die

Handbremse zu verhindern wäre. Um diesen Schub noch mehr zu mässigen, würde es wahrscheinlich genügen, einige Augenblicke vor dem Landen den Schirm gegen vorne möglichst steil aufzurichten."

Man sieht hieraus, dass Miller von Hauenfels den segelnden Drachen das Wort redet.

Es wäre dies eine Art der denkbaren Lösung unseres Problemes.

Andere Flugtechniker aber meinen, dass das Räthsel des persönlichen Fluges ganz nach dem Vorbilde der grossen und kleinen Flieger — mittelst Flügel zu lösen sei. Speciell erwähne ich das in neuester Zeit sehr beifällig aufgenommene Buch von Lilienthal »Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst«.

Er beschäftigt sich eingehend mit allen einschlägigen Fragen und legt unter Anderem dem gewölbten Flügel die grösste Bedeutung bei und meint, dass eine Höhlung von $^1/_{12}$ der Breite als die günstigste Wölbung eines Flügels zu bezeichnen sei. Schlecht fliegende Vögel, wie alle Laufvögel, haben sehr stark gewölbte, die gut und schnell fliegenden Seevögel dagegen sehr schwach gewölbte Flügel (Seite 92). Auch dem Winde spricht er beredt das Wort: »Der Storch, den man bei niederem langsamen Fluge an den durch Bäume geschützten überwindigen Stellen für einen Stümper hielt, erlangt sofort eine Sicherheit und Ausdauer im Fluge, sobald er über die Baumkronen sich erheben kann und den frischen Wind unter den Flügeln verspürt. Daran merkt man so recht, was der Wind den Vögeln ist, indem auch die jungen Störche gleich durch den Wind verführt werden, die anstrengen-

den Flügelschläge zu sparen und das Segeln zu versuchen.« (Seite 153.)

Ueber die Construction der Flugapparate und speciell die Gesichtspunkte, von denen aus dieselbe zu erfolgen hätte, gibt Lilienthal 30 Punkte an, von denen ich die interessantesten hier wiedergebe:

»Die Construction brauchbarer Flugvorrichtungen ist nicht unter allen Umständen abhängig von der Beschaffung starker und leichter Motoren.«

»Der Flug auf der Stelle bei ruhender Luft kann vom Menschen durch eigene Kraft nicht bewirkt werden, derselbe erfordert unter den allergünstigsten Verhältnissen mindestens 1·5 HP.«

»Bei Wind von mittlerer Stärke genügt die physische Kraft des Menschen, um einen geeigneten Flugapparat wirkungsvoll in Bewegung zu setzen.«

»Bei Wind von über 10 *m* Geschwindigkeit ist der anstrengungslose Segelflug mittelst geeigneter Tragflächen vom Menschen ausführbar.«

»Ein Flugapparat, der mit möglichster Arbeitsersparniss wirken soll, hat sich in Form und Verhältnissen genau den Flügeln der gutfliegenden grösseren Vögel anzuschliessen.«

»Als Flügelfläche ist pro Kilogramm Gesammtgewicht $^1/_{10}$—$^1/_8$ m^2 Flugfläche zu wählen.«

»Die Anwendnng einer Schwanzfläche hat für die Tragewirkung untergeordnete Bedeutung.«

»Die Flügel müssen im Querschnitt eine Wölbung besitzen, die mit der Höhlung nach unten zeigt.«

»Die Construction muss eine Drehung der Flügel um seine Längenachse ermöglichen, die am besten ganz oder theilweise durch den Luftdruck

selbst bewirkt wird. An dieser Drehung haben am stärksten die Flügelenden theilzunehmen.«

»Beim Ruderfluge erhalten die nach der Mitte zu liegenden breiteren Flügeltheile möglichst wenig Hub und dienen ausschliesslich zum Tragen.«

»Das Vorwärtsziehen zur Unterhaltung der Fluggeschwindigkeit wird dadurch bewirkt, dass die Flügelspitzen oder Schwungfedern mit gesenkter Vorderkante abwärtsgeschlagen werden.«

»Der Niederschlag muss wenigstens $^6/_{10}$ der Dauer eines Doppelschlages betragen.«

»An dem Auf- und Niederschlag brauchen nur die Enden der Flügel theilzunehmen. Der nur tragende Flügeltheil kann wie beim Segeln unbeweglich bleiben.«

»Zur Hervorrufung der Flügelschläge durch die Kraft des Menschen müssten vor Allem die Streckmuskeln der Beine verwendet werden, und zwar nicht gleichzeitig, sondern abwechselnd, aber möglichst so, dass der Tritt jedes einzelnen Fusses einen Doppelschlag zur Folge hat.« (Seite 178 bis 181.)

Der Vollständigkeit halber, und um mich bei diesem Thema nicht noch länger aufhalten zu müssen, möchte ich aus dem letzterwähnten, höchst geistreich geschriebenen und allen sich für Flugtechnik Interessirenden wärmstens anzuempfehlenden Buche noch einen Auszug aus dem Capitel »Der Ballon als Hinderniss« wiedergeben.

Lilienthal sagt Seite 155 u. f.:

»Während man für die Lösung der Flugfrage den wissenschaftlich gebildeten und praktisch erfahrenen Mechaniker als den eigentlich Berufenen bezeichnen muss, beschäftigt das Fliegeproblem fast ausnahmslos alle Berufsclassen.

Die ausserordentliche Tragweite, welche die Erfindung des Fliegens haben muss, wird von Jedermann anerkannt, Jedermann sieht täglich an den fliegenden Thieren die Möglichkeit einer praktischen Fliegekunst, auch hat sich bis jetzt kein Forscher gefunden, welcher mit überzeugender Schärfe nachweisen könnte, dass keine Hoffnung für die Nachbildung des Fliegens durch den Menschen vorhanden sei. Unter solchen Umständen ist es natürlich, dass das Interesse für die Flugfrage diese Ausdehnung nehmen musste. Auffallend aber bleibt es, dass gerade die Berufenen diesem Probleme gegenüber sich kühler und indifferenter verhalten als alle Jene, welchen es schwerer wird, das zu durchschauen, was der Vogel macht, wenn er fliegt.

Die Bethätigung der technischen Kreise für die Flugfrage ist eine laue und der Wichtigkeit der Sache selbst nicht entsprechende. Während auf allen technischen Gebieten eine ausgebildete Systematik blüht, herrscht in der Flugtechnik die grösste Zerfahrenheit, denn der Meinungsaustausch ist schwach, und fast jeder Techniker vertritt über das Fliegen seine gesonderte Ansicht.

Die Schuld hieran, wie überhaupt an dem kümmerlichen Standpunkt der Flugfrage, trägt vielleicht nicht zum geringsten Theile die Erfindung des Luftballons.

Ehedem hatte man nur den Vogel als Vorbild, da aber stellte plötzlich der erste Ballon die ganze Flugfrage auf einen anderen Boden. Wahrhaft berauschend muss es gewirkt haben, als vor einem Jahrhundert der erste Mensch sich wirklich von der Erde in die Lüfte erhob. Es kann nicht

überraschen, wenn alle Welt glaubte, dass die Hauptschwierigkeit nun überwunden sei, und es nur geringer Hinzufügungen bedürfe, um den Aërostaten, der so sicher die Hebung in die Luft bewirkte, auch nach beliebigen Richtungen zu dirigiren und so zur willkürlichen Ortsveränderung ausnützen zu können.

Kein Wunder also, dass alles Streben auf dem Gebiete der Aëronautik dahin ging, nun den Ballon auch lenkbar zu machen, und dass namentlich auch die technisch gebildeten Kreise lebhaft diesen Gedanken verfolgten. Man klammerte sich an das vorhandene, greifbare, sogar bestechende Resultat und dachte natürlich nicht daran, die als ausserordentliche Errungenschaft erkannte Hebekraft des Luftballons so leicht wieder aufzugeben. Wie verlockend war es nicht, nach diesem jahrtausendelangen Suchen endlich die Gewissheit zu erhalten, dass auch der Luftocean seine Räume uns erschliessen musste. Dies neue Element nun auch für die freie Fortbewegung zu gewinnen, konnte ja nicht mehr schwer sein. Es schien, als ob es nur noch an einer Kleinigkeit läge, um das grosse Problem der Luftschifffahrt vollends zu lösen. Diese Kleinigkeit hat sich inzwischen aber als die eigentliche, und zwar als eine unüberwindliche Schwierigkeit erwiesen; denn wir überzeugen uns immer mehr und mehr, dass der Ballon das bleiben wird, was er ist: »ein Mittel, sich hoch in die Luft zu erheben, aber kein Mittel zur praktischen und freien Luftschifffahrt« . . . .

Wir dürfen wohl somit annehmen, dass der Ballon der freien Fliegekunst eigentlich nicht genützt, wenn man nicht soweit gehen will, den Luft-

ballon geradezu als einen Hemmschuh für die freie Entwicklung der Flugtechnik anzusehen, weil er die Interessen zersplitterte und diejenige Forschung, welche dem freien Fliegen dienen sollte, auf eine falsche Bahn verwies.

Diese falsche Richtung ist aber hauptsächlich darin zu erblicken, dass man einen allmäligen Uebergang suchte von dem Ballon zu der für schnelle, freie Bewegung in der Luft geeigneten Flugvorrichtung. Der Ballon blieb immer der Ausgangspunkt und zerstörte durch sein schwerfälliges Volumen jeden Erfolg.

Es gibt nun einmal kein brauchbares Mittelding zwischen Ballon und Flugmaschine. Wenn uns noch etwas zum wirklichen freien Fliegen verhelfen kann, so ist es kein allmäliger Uebergang vom Auftrieb leichter Gase zum Auftrieb durch den Flügelschlag, sondern ein Sprung von der Aërostatik zurück zur reinen Aviatik.«

Beschreibung des Segelluftfahrzeuges.

Ausser den angeführten drei Arten der Lösung der aviatischen Flugfrage gibt es aber noch eine vierte, über welche ich nun ausführlicher sprechen möchte.

Ich lasse die Frage, welches von den angeführten Fahrzeugen das beste sei, ganz offen, da bis nun ja noch keines derselben ausgeführt wurde.

Wollte man sich für das früher beschriebene, in stets gleicher Höhe haltende aviatische Luftfahrzeug entscheiden, so könnte man von dem nachfolgend skizzirten eine Menge Constructionstheile hinübernehmen. Ich zog es aber vor, speciell das letztere detaillirter zu erörtern, da es mir das interessantere scheint — ich nenne es, nur um dem Kinde einen Namen zu geben: »das Segelluftfahrzeug«.

Wie der Vogel in stetem Wellenfluge seinem fernen Ziele zusteuert, so sollen auch die Menschen, getragen von einem Mechanismus, welcher auf denselben mechanischen Grundlagen basirt ist wie der Vogelkörper, mit Windeseile über die Erde segeln.

Was aber der Vogel, wenn nicht äussere Kräfte ihm zur Hilfe kommen, in ökonomischer Weise mit Hilfe seiner Muskeln leistet, ist der Mensch gezwungen, wenn er grössere Lasten fortbringen will, da seine eigenen Kräfte hiezu nicht ausreichen, durch Maschinen zu erreichen.

5*

Wir sehen daher dieses Luftfahrzeug mit einer Anzahl von Schraubenflügeln ausgerüstet, welche jederzeit beim Aufwärtsfluge in Bewegung gesetzt werden, nachdem sonst der Luftwiderstand so gross werden würde, dass er mit bedeutend verzögerndem Einflusse auf die Fahrt wirkt.

Ausser der eigenthümlichen, den oben erwähnten Gesichtspunkten Rechnung tragenden Form und den systematisch angeordneten Hebeschrauben ist noch eine dritte Hauptbedingung zum erfolgreichen Fahren dieses Luftschiffes nöthig, und das ist die jeden Augenblick gewahrte Möglichkeit der Verstellbarkeit der Unterfläche.

So entstand in gegenseitiger Abwägung vorstehender Gedanken die aus der Fig. 9 (10, 11, 12, 13) ersichtliche charakteristische Gestalt.

Obzwar in allen seinen Bestandtheilen eigenartig, behalte ich doch des leichteren Verständnisses halber die bis jetzt gebräuchlichen Namen bei.

Das Segelluftfahrzeug besteht aus:

1. der Luftschifftragfläche;
2. dem Gerippe;
3. der Gondel mit dem Verstellungsmechanismus;
4. den Motoren.

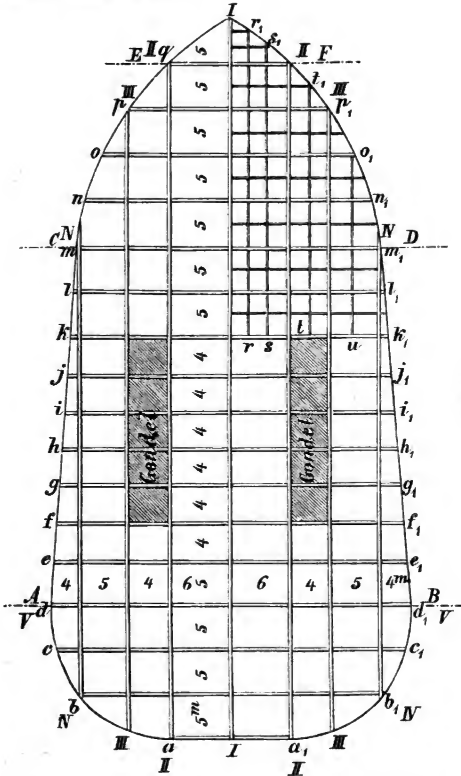
Die charakteristische Form der Luftschifftragfläche zeichnet sich durch die im Verhältnisse zur Länge und Breite bedeutend kleinere Höhendimension aus.

Nachdem das Luftschiff in sehr verschiedenen Grössen gebaut werden kann, ist eine detaillirte Zahlenangabe diesbezüglich kaum von Werth.

Mindestens ist aber die Länge fünfmal, die Breite zweimal so gross als die Höhe.

Zur Erzielung verminderten Luftwiderstandes ist die vordere Seite mehr oder minder zugespitzt oder rundlich. Die Unterfläche

jedoch ist entweder eben oder gehöhlt, die obere je nach Bedarf erhaben oder theilweise eben.



Bezüglich der rückwärtigen Seite kann man, wie bei Brückenpfeilern, wo ähnliche Kräfte wirken, eine runde oder spitzere Form wählen, ja selbst die in Fig. 9 dargestellte würde ihrer sonstigen Vortheile willen vollkommen entsprechen.

In Fig. 9 ist die Draufsicht, in Fig. 13 (17, 18) ihr Längen- und in Fig. 10, 11, 12 der Querschnitt einer Luftschifftragfläche gezeichnet.

Die Umrisse können natürlich auch andere ähnliche sein, das Charakteristische der Tragfläche

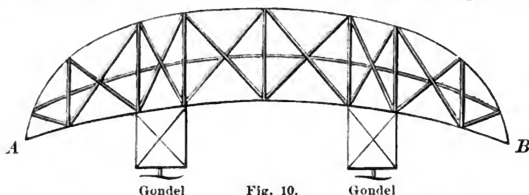


Fig. 10.

ist aber stets die geringe Höhe und die breite untere Fläche.

Das Luftschiff gleicht von vorne angesehen einem einseitigen Keile. Nachdem dasselbe die Luft sowohl beim Aufwärtsfluge als auch in der ansteigenden Curve gleichsam durchschneidet, ge-

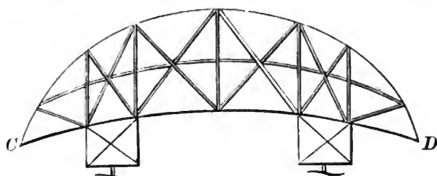


Fig. 11.

waltsam durchdringt, so lehrt schon die Theorie — und Professor Wellner weist ausdrücklich darauf hin — dass diese Form die beste sein müsse.

Der Vordertheil ist überdies noch gemäss den Versuchen Marc Beaufoy's über die Bewegung der Luftmolecüle von zwei sich an der Spitze schneidenden Kreisbogen abgerundet, deren Radius gleich der Breite des Körpers ist.

Um die untere Fläche in der That als eine Ebene in Rechnung bringen zu können, was bei

kleinen seitlichen Verschiebungen nicht der Fall sein könnte, wollte ich anfangs seitliche Ansätze anbringen.

Dann entschloss ich mich aber, die Unterseite überhaupt flachgewölbt zu gestalten.

Es zeigen uns die Fig. 10 den Querschnitt *A B*, die Fig. 11 den Querschnitt *CD* und endlich die Fig. 12 den Querschnitt *E F* der Fig. 9.

E *F*

Fig. 12.

Obgleich Oberingenieur von Loessl behauptet, dass Höhlungen und Vertiefungen, die an einer ebenen Fläche angebracht sind, keine Aenderungen hervorbringen, so glaube ich doch, gilt das vorwiegend von kleineren Flächen. Da ich aber sehr grosse anwende, so trachtete ich, mir Lilienthal's Versuche zu Nutze zu machen.*)

Bezüglich des Längenschnittes (Fig. 13) wollte ich anfänglich eine Form wählen, welche sogenannten Traunern (das sind nämlich jene grossen Salzschiffe,

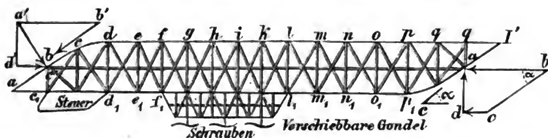


Fig. 13.

welche in Gmunden gebaut werden und dann mit Salz beladen nach Wien und Ungarn fahren) ähnlich sind.

---

*) Lilienthal verweist auf seine mit gebogenen Flächen veranstalteten Versuche, welche ergaben, dass beim Winde dieselben einen bedeutend grösseren Auftrieb erfuhren als ähnlich geformte, aber ebene, weshalb ich mich umsomehr bewogen fühlte, für die Unterseite eine gewölbte Fläche, und zwar nach Lilienthal eine solche, welche die zwölffache Höhe zur Breite hat, in Anwendung zu bringen.

Ich dachte mir dieselben nur um 180° gedreht, es sollte also die eigentliche Bodenfläche beim Luftschiff nach oben kommen; ich erreichte dadurch eine grössere Tragebene, denn ebenso wie man beim Schiffbau bestrebt ist, eine möglichst geringe Eintauchstiefe des Schiffes zu erreichen, fühlte ich mich bewogen, bei meiner Construction eine möglichst grosse Unterfläche zu bekommen, welche beim Fall grossen Luftwiderstand hervorruft.

Bedeutet ab (Fig. 13) den auf irgend eine senkrecht zur horizontalen Flugrichtung stehende Fläche gerichteten Luftwiderstand, so ist $bc \parallel q_1 I'$ wirkungslos für die Fläche $q_1 I'$ und $ac \perp q_1 I'$ zerfällt in die horizontale Componente dc, welche den verbleibenden horizontalen Luftwiderstand darstellt, und in die nach aufwärts wirkende Componente da, welche somit einen Auftrieb bewirkt.

Die hintere Fläche muss im Durchschnitte der vorderen parallel sein; denn es entstehen durch die daselbst sich bildende Luftverdünnung gleichgerichtete Kräfte (wie dies die Pfeile andeuten) und somit ebenfalls wieder ein Auftrieb $d'a'$.



Fig. 14.

Es wäre somit ein Fehler, den Ballon nach Fig. 14 oder nach Fig. 15 zu gestalten, denn dann entstände ein Kräftepaar, welches den Ballon um eine horizontale Achse zu drehen streben würde.



Fig. 15.

Bei der Cigarrenform (Fig. 16) würden sich dagegen alle seitlich wirkenden Kräfte aufheben, aber sie erscheint, da sie den Luftwiderstand nicht zur Erleichterung des Ballons ausnützt, für das aviatische System weniger anzuempfehlen.



Fig. 16.

Der Winkel a in der Figur 13 lässt sich leicht berechnen. Setzt man $ab = p$, so ist $ac = p \sin. \alpha$ und $ad = p \sin. \alpha \cos. \alpha$. Soll also der Auftrieb ad ein Maximum werden, so muss demnach $\alpha = 45^0$ sein.

Ein solcher Längenschnitt der Luftschifftragebene würde dieser schon von Haus aus die Eigenschaft ertheilen, sich gegen die Horizontale etwas aufzurichten, weil vorne die Verdichtung stärker ist als hinten die Verdünnung, indem die Luft, welche keine Luftleere duldet, beständig heftig nachstürzt; eine solche Eigenschaft aber wäre bei der Lenkung sehr willkommen.

Als Stoff wird entsprechend (noch Fabriksgeheimniss) präparirte Rohseide oder Percail verwendet.

Derselbe liegt in Querlagen und ist an den am meisten beanspruchten Theilen, also vorne, oben und an den einzelnen Seitentheilen doppelt, respective dreifach genommen. Auch sind Bänder eingenäht, um die Hülle an das Gerippe befestigen zu können. Diese Bänder sind so angeordnet, dass sie gleichsam ein mit der Hülle selbst fest verbundenes Netzhemd bilden.

Das gasdicht umhüllte Gerippe ist durch Stoffquerwände in mehrere Abtheilungen getheilt, welche dem für das Gleichgewicht schädlichen Hin- und Herwogen des Gases Einhalt thun sollen.

Die Füllung besteht aus Wasserstoffgas, welches wieder aus Wassergas im Grossen erzeugt wird.

Die Hauptschwierigkeit bei der Hülle liegt in der Erhaltung der Form, denn das Gas hat das Bestreben, sich nach allen Seiten hin gleichmässig auszudehnen.

Es entspricht daher die Kugelform dieser Eigenschaft am besten, nach derselben entsprechen aber die Rotationskörper.

Sollen andere Behältnisse, deren Hüllen verschiedene Formen haben, diese behalten, so müssen hiezu besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Ich wendete deshalb ein eigenes Gerippe im Inneren des Ballons an, welches zur Erhaltung der Form der Luftschifftragebene und zur Anbringung des Mechanismus zur Verstellbarkeit der Unterfläche dienen soll.

Das Gerippe besteht dem Wesen nach aus vier innig mit einander verbundenen Theilen, und zwar:

a) den längengitterartigen Constructionen,
b) den Querconstructionen,
c) den Versteifungen,
d) den Zwischenconstructionen.

sub *a* und *b*. — Aehnlich wie bei Gitterbrücken sind hier mehrere parallele Längen- und darauf senkrechte Querwände angeordnet, um eine in sich stabile Form zu bekommen, an die der Stoff der Tragwand einerseits, anderseits der Mechanismus zur leichteren Verstellbarkeit der Ballonunterfläche angebracht werden kann.

sub *c*. Die Versteifungen theilen sich in horizontale (*a b* in Fig. 13), verticale (*a a*, *b b*, *c c* etc.) und Querversteifungen, sie werden nach Bedarf angewendet.

sub *d*. Die Zwischen-Constructionen (in Fig. 9 nur zum Theil gezeichnet in *r r*, *s s* etc.) dienen zur Befestigung des Stoffes dort, wo die Flächen, welche durch die Längen- und Querconstructionen eingeschoben werden müssen. Dieselben befinden sich nur an den Maschen oben und unten (um das Gewicht des Ganzen nicht zu gross zu bekommen) zur Verkleinerung der Zwischenräume derselben.

Die Materiale zum Gerippe sind: Alluminium, Blech, Papiermaché, Holz.

Durch diese Anordnung wurde ein festes und dabei verhältnissmässig leichtes Gefüge erdacht,

welches im Stande ist, ohne übergrosse Stärke der einzelnen Constructionstheile zu besitzen, all den vielfach auf ihn einwirkenden Beanspruchungen zu widerstehen.

Allerdings wird dieses Gerippe (da es zumeist aus Alluminiumblechen gemacht ist) vorläufig theuer sein, mit der regeren Nachfrage nach Alluminium jedoch wird sich dieses und somit auch die Construction bedeutend billiger stellen.

Für Theoretiker bildet dieser anscheinend complicirte, aber an sich sehr einfache Mechanismus ein weites Feld für mehr als in einer Hinsicht hochinteressante Berechnungen.

Bei den Vögeln können wir beobachten, wie dieselben durch scheinbar plötzliche Verstellung ihrer Flügelflächen die Flugrichtung ändern. Ohne diese Möglichkeit wäre ein Fliegen kaum denkbar. Es müsste daher auch bei einem, auf den Vogelflug basirenden Luftschiff diese Verstellbarkeit seiner unteren Fläche, auf der dasselbe gleichsam ruht, möglich gemacht werden.

Um dieses Ziel zu erreichen, gibt es drei Wege, welche ich nach Massgabe ihrer praktischen Verwendung im Nachfolgenden anführe.

Bis nun war die Gondel fix mit dem Ballon*) verbunden, nun soll sie aber durch irgend welche Mechanismen (solche sind in Fabriken, elektrischen Bahnen etc. derzeit schon vielfach in Verwendung) in der Längenachse (eventuell auch in einer Querachse) der Luftschifftragebene zu dem Zwecke verschoben werden, um dieser letzteren eine je nach

---

*) Nur bei Renard und Krebs war ein Laufgewicht ober demselben angeordnet, welches aber den Zweck hatte, den Ballon stets horizontal gestellt zu erhalten.

Bedarf horizontale oder gegen die Erde schiefe Stellung geben zu können.

Das Charakteristische ist hier die gewahrte Möglichkeit einer beliebigen Verlegung des Schwerpunktes des ganzen Luftschiffes entweder nach vorne oder nach rückwärts (auch nach einer Seite hin), um der Ballonunterfläche eine nach Bedarf ansteigende oder gegen den Horizont geneigte Lage zu geben.

Die Gondeln bewegen sich in Führungsleisten, welche in den unteren Seiten der Längsträger des Gerippes angebracht sind.

Die Verschiebung selbst geschieht mittelst Maschinen und ist dadurch, dass die Gondel auf die vortheilhaftest bekannten Weikumschen Kugeln gelagert ist (und die Luftschifftragebene durch den Inhalt an Wasserstoffgas scheinbar gewichtslos wurde), äusserst leicht zu bewerkstelligen.

Besonders der letztere Umstand bewirkt, dass die Gondelverschiebung, was von grossem Vortheile ist, nur auf eine ganz kleine Strecke Wegs bewerkstelligt werden muss.

Auch wird die Neigung der Ebene stets nur eine kleine, also die von der Gondel zu ersteigende Höhe eine geringe sein.

An den Enden der Führungsleisten sind Querriegel fest eingelassen, so dass die Gondeln nur bis zu diesen verschoben werden können, wobei die Luftschifftragebene zugleich ihre Maximalneigung gegen den Horizont erhält, welche sie nicht überschreiten kann. Es kann somit auch keine schnellere Fahrt als die dieser Maximalneigung entsprechende von dem Luftschiffe gemacht werden.

Die zweite Art zur Erzielung verschiedener Neigungen der Luftschifftragflächen wäre die, am vorderen und rückwärtigen Theile zwei Paar Gondeln fix anzuordnen und je nach Bedarf die in ihr angebrachten Schrauben entgegengesetzt arbeiten zu lassen.

Dadurch würde das gesammte Luftschiff einmal auf der einen, dann wieder auf der anderen Seite gehoben, also je nach Bedarf gegen den

Horizont mit der Unterfläche steigend oder fallend gestellt. (Fig. 17.)

Es frägt sich nun, bei welcher der beiden



Fig. 17.

Arten weniger Arbeit zur Erreichung des gleichen Zweckes nöthig ist.

Ich lasse diese Frage vorläufig offen, vielleicht, ja wahrscheinlich ist sie überhaupt nur durch Versuche zu lösen.

Bei der d r i t t e n A r t fände ich mich eigentlich mit einer weiter oben erwähnten Aeusserung im Widerspruche, ich führe sie jedoch an, weil ich glaube, dass ich ihr trotzdem ein gewisses Interesse, wenn auch nur der Theorie der Sache dienend, zusprechen kann.

Bei derselben wird, um dem Ballon sammt der Gondel ihre horizontale Lage zu belassen, unterhalb des Ballons ein Segel, ähnlich wie Wellner und Platte solche hatten, angeordnet.

a und *b* sind zwei Doppellager an dem untersten Theile des Ballongestelles, in welche drei Rahmen ac_1, $c_1\ d_1$ und $d_1\ b$ eingehängt sind. Diese Rahmen sind mit starkem, getränktem Stoffe überzogen,

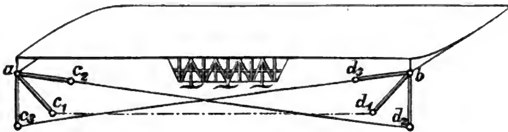


Fig. 18.

bei *c* und *d* besitzen dieselben Charniere. Die Buchstaben $a\ c_2\ d_2\ b$ deuten die Rahmenstellung in der einen, und die Buchstaben $a\ c_3\ d_3\ b$ in der andern e x t r e m s t e n Stellung an. Zur Hervorbringung dieser Stellungen ist ein Doppelhebel angeordnet, damit man bei jeder Stellung des Rahmensegels die Ausbalancirung schnell bewerkstelligen könne.

Selbstverständlich muss die Länge von *ac* und *bd* so berechnet werden, dass sie für den grössten je zu wünschenden Neigungswinkel ausreichend ist.

Diese Vorrichtung hätte folgende Vortheile:

1. Man kann dem Rahmensegel jede beliebige Neigung geben.

2. Die Veränderung des Winkels von einem Extrem bis zum entgegengesetzten kann an der höchsten Stelle jeder Flugwelle, wie dies auch sein muss, und wie es auch der Vogel macht, blitzschnell (?) geschehen. Es ist also grösste Sicherheit vorhanden.

3. Diese Veränderungen geschehen ohne Belästigung der Mitreisenden, nachdem die Gondel selbst stets horizontal bleibt.

4. Es wird nur eine mässige Bewegungskraft gefordert, ja es lässt sich vielleicht so einrichten, dass die Veränderungen in der Stellung des Rahmensegels ganz regelmässig durch die ohnehin vorhandene Maschine verrichtet werden.

Bei den zwei ersten Systemen würden, da die Gondel mit dem Gerippe fest verbunden gedacht ist, die mitreisenden Personen durch das ewige Hin- und Herwogen der Luftschifftragebene vielfachen Unannehmlichkeiten ausgesetzt sein. Um nun den Boden jenes Raumes, in dem sich die Mitfahrenden befinden, stets horizontal zu erhalten, ist derselbe ähnlich den Schiffscompassen, um eine horizontale Achse drehbar, aufgehängt. Durch die eigene Schwere hängt er somit stets vertical und schützt die Passagiere vor sonst kaum zu bannenden Unbehaglichkeiten.

Auch bezüglich des bei so schnellen Fahrten ja stets erzeugten Windes musste ein Schutz der Mitfahrenden gegen denselben ersonnen werden. Es fand sich ein solcher leicht durch Anbringung einer Schutzwand an der vorderen und eventuell den beiden äusseren Seiten.

Die Gondel ist einer Tunnelbrücke ähnlich, hat zwei Träger mit einfachem diagonalen Fachwerke und Verticalstreifen in den Maschenmitten.

Das Material ist das gleiche wie beim Gerippe.

Bei beiden wird von Metallconstructionen ausgedehnte Anwendung gemacht. Wenn ich einzelne Theile mit Brückenconstructionen verglichen habe, so meinte ich damit vor Allem die äussere Form derselben, ich bitte den verehrten Leser jedoch, sich die Sache nicht so vorzustellen, als wenn das Gerippe oder die Gondel aus so schwerfälligen Theilen bestände, wie wir sie z. B. bei Eisenbahnbrücken zu sehen gewohnt sind.

Die einzelnen Constructionen werden sich im Gegentheile durch eine Leichtigkeit in Folge geringer Blechstärken und Verwendung von Alluminium auszeichnen, welche uns anfänglich ganz neu, ja unheimlich vorkommen dürfte.

Auch in Bezug auf die in Gebrauch kommenden Maschinen gilt Aehnliches.

Dieselben sind den leichtesten bis nun erbauten entnommen und betreiben in einer grösseren Anzahl neben und hinter einander angeordnet Schrauben, welche dann in Bewegung gesetzt werden, wenn sich das Luftschiff in dem ansteigenden Aste seiner Fahrt befindet.

Als eigentliche Motoren sind Flügelschrauben anzusehen.

Sie sind aus Papiermaché erzeugt und haben Stahlstreifen eingelegt, die mit vulcanisirter Seide überzogen sind.

Die Schrauben sind à la Pettigrew angefertigt, sogenannte Luftwellenschrauben. Ueber die sonstigen näheren Details und noch weiter anzuwendenden Constructionen enthalte ich mich aus naheliegenden Gründen der eingehenderen Beschreibung.

Einwände gegen das Segelluftschiff.

Ehe ich weitergehe, fühle ich mich moralisch verpflichtet, um den Leser vorstehender Zeilen ein ganz klares Bild zu geben, auch die Haupteinwände, welche man gegen das segelnde Luftschiff vielleicht erheben könnte, nicht zu verschweigen.

Nur wer die Sache von allen Gesichtspunkten aus betrachtet, kann sich ein vollständiges Bild von ihrem wahren Werthe oder Unwerthe machen.

Als Einwände könnte man anführen:

1. Kann man ein Luftschiff nicht bis auf 1 *kg* ausrechnen, denn durch verschiedene Temperatur- und Witterungsverhältnisse können bei der grossen Oberfläche gleich Differenzen um mehrere hunderte von Kilogrammen vorkommen.

2. Ist es kaum möglich, einen Stoff zu finden, der die Diffusion der Gase ganz unmöglich macht.

3. Ist das Luftschiff an gewisse Auffahrtsorte, vielleicht auch Landungsstellen gebunden.

4. Ist die Fahrtdauer begrenzt, da das Luftschiff beim Aufwärtsfluge in Folge des Luftwiderstandes stets um ein gewisses Stück gegen die ursprünglich innegehabte Höhe zurückbleiben wird.

5. Scheint das Landen schon beim gewöhnlichen Kugelballon gefährlich, so ist man versucht zu glauben, dass es bei diesen Luftfahrzeugen in

Folge der von demselben erreichten grossen Geschwindigkeiten in noch erhöhtem Masse der Fall sein dürfte.

6. Endlich ist es fraglich, ob nicht zu dem wellenförmigen Fluge mehr Kraft erforderlich sei, wie zu dem directen, was von mehreren Flugtechnikern, als deren bedeutendster wohl Herr Popper genannt werden muss, behauptet wird.

Auf diese Punkte kann ich erwidern:

ad 1. Die Oberfläche des Luftschiffes kann allerdings beim Passiren von Wolken durch Aufnahme von Wasser schwerer werden, und zwar, da eine ganz blanke Metallplatte von 1 m^2 selbst nach vollkommenem Abträufelnlassen von Wasser, mit dem selbe versuchsweise beschüttet wurde, noch $^1/_{25}$ *kg* zurückbehielt, so werde ich kaum zu hoch greifen, wenn ich sage, dass der Ballon per Quadratmeter hiebei selbst bis zu $^1/_5$ *kg* Wasser aufnehme. Dadurch wird wohl das ganze Luftschiff um dieses Gewicht schwerer.

Einen störenden Einfluss auf die Fahrt desselben könnte diese Belastung aber nur dann haben, wenn man bei der Projectirung des Luftschiffes auf diesen Umstand nicht Rücksicht genommen hätte.

Bei Schneestürmen könnte allerdings die Belastung so gross werden, dass an ein Weiterfahren nicht gedacht werden kann.

Das sind aber Elementarereignisse, denen der Mensch auch in anderen technischen Zweigen machtlos gegenüber steht und die erwiesenermassen nicht lange anhalten; auch hat das Segel- wie das aviatische Luftschiff von diesen Ereignissen viel weniger zu fürchten, als das lenkbare Luft-

schiff, für das derartige Vorkommnisse allerdings zu einer Katastrophe führen würden.

ad 2. Wird die Hülle der Tragebene mit Wasserstoffgas gefüllt, so entweicht ein Theil desselben erfahrungsgemäss durch Diffusion, und zwar in 24 Stunden $^1/_{17}$ bis $^1/_{20}$.

Nun ist aber gegründete Aussicht vorhanden, dass in der Erzeugung von Ballonhüllen, wie in allen anderen Fächern, Fortschritte gemacht werden, so dass sich das Verhältniss noch bedeutend bessern wird.

Aber selbst wenn das nicht der Fall wäre, so hat man diesen Verbrauch an Wasserstoffgas von denselben Gesichtspunkten aus zu betrachten, wie z. B. den Verbrauch von Kohle und Wasser bei Dampfmaschinen; es geht also im Wege natürlicher Abnützung verloren, muss nachgeschafft werden und kommt auf Rechnung des Betriebes zu setzen.

ad 3. Auch dieser Punkt hat bei in grösseren Dimensionen ausgeführten Luftfahrzeugen seine Richtigkeit.

Hierin möchte ich aber nicht gerade einen Missstand erblicken, wenigstens keinen grösseren, als er bei Eisenbahnen und Dampfschiffen zu verzeichnen ist, denn auch bei diesen kann man nur von Bahnhöfen und Landungsstellen abfahren, resp. bei solchen ankommen.

Man ist aber ganz entgegen anderen technischen Errungenschaften stets bestrebt, von Aviation das denkbarst Vollendetste zu fordern, während man sonst sich mit Theilerfolgen bescheidet.

Ich glaube, das luftige Chor der Vögel hat die Ansprüche der Menschen so hoch geschraubt.

ad 4. Es ist richtig, dass das Segelluftschiff bei jedem Aufstiege die ursprüngliche Fallhöhe nicht ganz erreicht. Es müsste daher die Fahrtdauer eine begrenzte sein, wenn nicht in den verticalen Hubschrauben ein Mittel gefunden worden wäre, um eine Fahrt von fast unbeschränkter Dauer zu erreichen.

ad 5. Würde das Luftfahrzeug, in voller Fahrt begriffen, an einen festen Gegenstand — also beim Landen auf die Erde — stossen, so würde ein Stoss erfolgen, der aller Wahrscheinlichkeit nach das Luftfahrzeug zertrümmern und das Leben der mitgenommenen Personen stark gefährden würde, ganz ebenso wie beim Zusammenstoss zweier Eisenbahnzüge oder Schiffe. Das Luftschiff muss also zu seiner sanften Landung eine mit der Erdoberfläche parallele horizontale Stellung der Unterfläche annehmen, dann dem freien Fallen überlassen bleiben. Für ein langsames Fallen ist schon dadurch gesorgt, dass auf 1 m^2 untere Ballonfläche nur 4—6 *kg* Uebergewicht entfallen. Dies würde einer Maximalgeschwindigkeit von 2—3 *m* entsprechen, und diese könnte endlich durch die hebende Wirkung der Schrauben und die Anwendung von Puffern zu einer so langsamen gemacht werden, dass auch hier die Verhältnisse sich nicht ungünstiger gestalten, als bei den von uns nun schon so lange gebrauchten anderen Transportmitteln.

Bezüglich des 6. Punktes möchte ich auf den Anhang verweisen und darauf, dass es wohl nicht eher möglich sein wird, eine positive, für das eine oder andere Luftfahrzeug günstigere Antwort zu geben, bis beide mit einander zu den wieder-

holtesten Malen in Wettbewerb getreten sein werden.

Ich glaube somit die Cardinaleinwände, welche man gegen das Segelluftschiff erheben könnte, entkräftet zu haben.

Es dürfte aber kaum schwer fallen, deren noch manche aufzuzählen, besonders bin ich auf solche in Bezug auf Construction der Versteifung und des Verschiebungs-Mechanismus gefasst.

Die Sache ist eben durchwegs neu und naturgemäss allen Angriffen so lange fast wehrlos ausgesetzt, bis sie sich nicht praktisch erprobt hat.

»Bei näherer Betrachtung des Projectes aber »wird man ersehen, dass durch passend er»sonnene Mechanismen und sinngemässe Con»structionen derart allen möglichen Eventualitäten »Rechnung getragen wurde, dass das Gelingen »des Ganzen nach menschlichem Ermessen ausser »Frage gestellt ist.«

Beschreibung der Fahrt und Wirkung stossweiser Winde.

Ich will nun versuchen, mit Rücksicht auf die vorangegangene Theorie des Segelfluges und unter Berücksichtigung gleichzeitig wehender stossweiser Winde, die während der Fahrt an dem Aërostaten vorzunehmenden Manipulationen zu beschreiben.

Zu Beginn der Fahrt wird das Luftschiff mittelst Hebemaschinen auf eine bestimmte Höhe gehoben.

Eine derartige Vorrichtung, Gichtaufzug genannt, wird z. B. zur Emporhebung der Erze in den Hochöfen verwendet.

Oben angelangt, wird das Luftschiff auf zwei Parallelgeleise gestellt, auf welchen es, ähnlich wie der Wagen auf unseren Rutschbahnen, nach abwärts rollt.

Hiebei erhält es eine bedeutende Geschwindigkeit, speichert also lebendige Kraft in sich auf, die es dann, auf dem tiefsten Punkte angelangt, zum Aufwärtsfluge verwerthet, indem es gleichzeitig seine Unterfläche nach aufwärts stellt.

Während des Aufwärtsfluges arbeiten auch alle Hebeschrauben; das Luftschiff kommt somit nicht nur wieder auf die Höhe seiner Abfahrt, sondern kann auf diese Weise und ausserdem noch durch günstige Ausnützung des stossweisen Windes, selbst über dieselbe hinansteigen.

Wird nun der Unterfläche eine Neigung mit der Spitze zur Erde gegeben (was je nach dem angewandten System entweder durch Verschieben der Gondel oder durch das Nachabwärtsarbeiten der vorderen Schrauben oder endlich durch die Umstellung des Segels bewerkstelligt werden kann), so fällt das Luftschiff wieder.

Das Fahrzeug fährt so durch stete Wiederholung dieser Manipulationen in Wellenlinien vorwärts.

Zur Steuerung kommt ein doppeltes Segel, ähnlich den allgemein üblichen Luft-Steuerrudern, in Verwendung.*)

Behufs Landung wird der Ballon mit seiner Unterfläche horizontal gestellt, ferner nach Bedarf mit den Elevationsschrauben etwas nach aufwärts gearbeitet, damit kein heftiger, sondern nur ein sehr milder Aufstoss erfolge.

Der Anfang der Fahrt kann aber, besonders bei kleineren Luftfahrzeugen, noch in anderer Weise erfolgen.

Es kann vom Boden weg, durch die Arbeit seiner Hubschrauben gehoben, schief in die Höhe steigen, vorausgesetzt natürlich, dass diese Hubschrauben sammt zugehörigem Motor die erforderliche Kraft hiezu besitzen.

Wird nach einer gewissen Zeit die Schraubenarbeit eingestellt und der Unterfläche eine Neigung

---

*) Der Paläontologie von Professor Dr. Rudolf Hoernes entnehme ich, dass auch bei dem von Marsh geschilderten Rhamphorhynchus (vorweltliche Flugechsen) am Ende des langen Schwanzes ein rhombisches, verticales Segel sich befand, dessen Strahlen den oberen Dornfortsätzen und den Hypapophisen von 16 Wirbeln entsprachen.

mit der Spitze gegen den Erdboden gegeben, so bleibt der Aërostat einfach den Gesetzen der Schwere überlassen. Nach denselben kann er aber zufolge des ungleichen Luftwiderstandes an der unteren und vorderen Fläche nicht vertical nach abwärts fallen, sondern nur in schiefer Linie, und zwar nach jener Richtung, wo der geringste Widerstand zu überwinden ist. Je mehr Gewicht auf die Unterfläche drückt, desto schneller muss die Fahrt sein. Dass sie nicht zu rapid werde, dafür sorgt die verhältnissmässig grosse Vorderfläche, welche auch aus Constructionsrücksichten nöthig erscheint.

Wird nun nach einer gewissen Fahrtdauer die Unterfläche nach aufwärts gedreht, so resultirt unausbleiblich nach ganz einfachen mechanischen Principien, dass mit der durch den Fall erlangten lebendigen Kraft ein ebenfalls in schiefer Ebene bewerkstelligter Aufwärtsflug beginnt, welcher nahezu bis zu jener Höhe fortgeht, von der der Aërostat gefallen ist, weniger jenem kleinen Stücke, welches durch den Luftwiderstand hiebei eingebüsst wurde.

Bis nun wurde ruhende Luft vorausgesetzt.

Wehen Winde, so können sie entweder stärker oder schwächer als die Eigengeschwindigkeit des Ballons sein.

Sie können entweder stossweise wehen oder continuirlich, was besonders in höheren Luftschichten der Fall ist. Ich berücksichtige im Nachfolgenden aus den weiter unten angeführten Gründen nur stossweise wehende Winde.

Solche können nur in der Richtung der Fahrt oder gegen dieselbe wehen. Seitliche Winde lassen sich stets in zwei Componenten zerlegen, von

denen eine der Fahrtrichtung angehört. Endlich ist zu erwägen, wie ihre Wirkung bei einer Fahrt nach abwärts und bei einer solchen nach aufwärts sich herausstellt.

Sind die Winde stärker als die durch den Fall erzeugte Eigenbewegung des Luftschiffes, so ist eine Fahrt gegen dieselben wohl durchführbar, aber mit Rücksicht auf die Raumgewinnung nach vorwärts, in Bezug auf einen gegebenen Punkt auf der Erde von einem negativen Resultate begleitet.

Nun gehören aber stärkere Winde als solche von 20 *m* Geschwindigkeit zu den Seltenheiten, und glaube ich mit Recht überzeugt sein zu dürfen, dass das Segelluftschiff in der Praxis noch eine bedeutend grössere Schnelligkeit wird aufweisen können.

Es werden also kaum viele Tage im Jahre sein — dafür bürgen die Beobachtungen der meteorologischen Stationen — nach denen, in nur wenig Tagen im Jahre, der Wind eine grössere Stärke als 20 *m* pro Secunde hat, die eine erfolgreiche Fahrt nicht zulassen.

Bei schwächeren Winden brauche ich wohl nur jene zwei Fälle einer näheren Erwägung zu unterziehen, in denen sie der Fahrtrichtung entgegen blasen; denn in der Richtung der Fahrt wehende Winde verflachen, wenn sie stossweise sind, die Bahn und tragen sonst zu einer grösseren Geschwindigkeit, also Raumgewinnung nach vorwärts bei.

Ist das Luftfahrzeug in der fallenden Curve begriffen, so hat der entgegenwehende stossweise Wind eine hemmende Wirkung, indem erstere stets von neuen Luftströmungen zurückgedrückt wird.

Um nun trotzdem mit entsprechender Geschwindigkeit vorwärts zu können, hat der Lenkende

nur der Ballonunterfläche eine veränderte Schiefstellung zu geben.

Wie aber verhält sich die Sachlage bei einer Fahrt aufwärts gegen stossweisen Wind?

Ein Rückblick auf die früher gegebene Flugtheorie löst die Frage in sehr einfacher Weise.

Eine der Windcomponenten hilft das Flugobject förmlich tragen, befördert mithin das Schweben, während eine andere den Luftwiderstand vermehrt, folglich die horizontale Fluggeschwindigkeit vermindert.

Wir können somit den stossweisen Wind jederzeit in der Art und Weise ausnützen, dass er fördernd für uns wirke, vorausgesetzt natürlich, dass derselbe nicht zu stark sei.

»Ich betone ausdrücklich stets »stossweisen«
»Wind, weil für die Arbeit des Luftfahrzeuges
»(mit Bezug auf eine zu erreichende absolute
»Eigengeschwindigkeit) es ganz gleichgiltig ist,
»ob es mit oder gegen gleichmässig wehenden
»Wind fährt, sobald nur gar keine feste Ver-
»bindung mit der Erde existirt. Die Verhältnisse
»sind dann nicht anders als bei einer Fahrt in
»völliger Windstille — natürlich stets nur im
»Hinblick auf den zu überwindenden Luftwider-
»stand — nicht aber mit Rücksicht auf die Fort-
»bewegung des Luftfahrzeuges gegenüber einem
»gegebenen fixen Punkte der Erdoberfläche.

Der continuirlich wirkende Wind trägt wohl das Fliegende fort, aber er treibt es nicht, d. h. der continuirliche Wind ist keine Kraftquelle, wohl aber der stossweise wirkende. Dies zur Vermeidung von Missverständnissen.

Verwendung des Luftschiffes, Kosten.

Ich habe im Vorstehenden ein Segelluftschiff der Zukunft, wie ich es mir vorstelle, beschrieben.

Berufenere Federn als die meine werden die Theorie, die ja bekanntlich naturgemäss stets erst nach der Praxis folgt, weiter ausspinnen und im Laufe der Zeiten erneuert zeigen, dass die Grundprincipien, nach denen es entworfen ist, richtig sind. Bin ich in weiterer Verfolgung desselben zu einer Form des Luftschiffes gelangt, welche als eine durchwegs eigenartige bezeichnet werden muss, so hoffe ich, wird man hierin keinen Nachtheil erblicken.

Auf die Verwendung übergehend, möchte ich betonen, dass das Luftschiff der Zukunft nicht ein ausschliesslicher Gehilfe des Krieges sein, sondern dem gesammten menschlichen Verkehre neue Impulse geben soll.

Ein schnelleres als alle bis nun dagewesenen Communicationsmittel wäre zu schaffen, von dem zuerst die Brief- und Packetpost Besitz ergreifen wird.

In späterer Folge kommt der Express-Personenverkehr, der z. B. die Orient-Expresszüge überflügeln und über den Canal La Manche seine Passagiere schnell und ohne Seekrankheit bringen wird.

Aber nicht blos dem Personenverkehre, sondern auch dem Gütertransporte wird es dienen, ja selbst die Eisenbahnen theilweise lahmlegen.

Ich erachte es nicht als meine Aufgabe, hier die mannigfachen Verwendbarkeiten des »Luftschiffes der Zukunft« näher durchzuführen.

Wer dieser Arbeit überhaupt Interesse entgegenbringt, dem wird es leicht fallen, eine ungezählte Reihe praktischer Anwendungen des neuen Transportmittels zu finden.

Unwillkürlich werden sich auch Zweifler einstellen, welche trotz aller vorangegangenen Erklärungen und theoretischer Darlegungen so lange die Köpfe schütteln, bis das erste Luftschiff über sie hinwegsaust. Denn bekanntermassen bahnt sich alles Neue nur langsam und mühevoll den Weg.

Ich hege auch keine Illusionen. Aber ich halte es für meine Pflicht, umsomehr, als ich mit meiner Meinung nicht vereinzelt dastehe und von der praktischen Ausführbarkeit der eben beschriebenen Luftfahrzeuge fest überzeugt bin, darauf hinzuarbeiten, dass an den Bau derselben geschritten werde.

Willig gestehe ich ein, dass bei den ersten Fahrten noch viele Erfahrungen erworben werden müssen. Man kann aber mit Bestimmtheit sagen, dass schon der erste Bau von ermunternden Ergebnissen begleitet sein werde, weil alle Constructionen auf wissenschaftlich geprüften Grundlagen beruhen. Wer die einschlägige Technik kennt, wird mir Recht geben.

Es handelt sich nun darum, geistige Arbeitskräfte zu gewinnen, die zerstreut da und dort liegenden technologischen Daten zu sammeln und

sie entsprechend zu verwerthen. Zum Theil ist eine neue, einschlägige Industrie zu schaffen.

Vor der Inangriffnahme des ersten Ballonbaues müssen Vorbereitungen gemacht werden, sowie verschiedene Anschaffungen geschehen, welche einen entsprechenden Geldaufwand nöthig machen.

Dieselben können auch gleichzeitig den Grundstock zu den ersten Einrichtungen einer Luftfahrzeugefabrik bilden.

Die hiezu nöthigen Kosten würden sich, sobald einmal die Durchführbarkeit durch ein Probeluftschiff festgestellt ist, approximativ auf folgende Höhe belaufen:

1.	Erwerbung eines Bau- und Experimentirplatzes	fl.	10.000
2.	Erbauung einer Halle aus Weissblech mit 20 *m* innerer Höhe und 45 *m* innerer Breite und 80 *m* Länge . .	„	64.000
3.	Erbauung eines Gebäudes für Tischler, Schlosser, Schneider und sonstige Werkstätten	„	10.000
4.	Erbauung eines Gebäudes für chemische und technische sowie technologische und sonstige Ateliers, sowie Zeichen- und Constructions-Bureaux etc.	„	20.000
5.	Einrichtung *ad* 2	„	6.000
6.	„ „ 3	„	25.000
7.	„ „ 4	„	15.000
8.	Vornahme von Versuchen	„	30.000
	In Summe . . .	fl.	180.000
	Hiezu käme noch der Bau des Probe-Luftschiffes, sowie Bezahlung der dabei Betheiligten etc.	fl.	120.000

Man könnte allerdings auch mit weniger Geld Versuche anstellen; dies hiesse aber mit halben Mitteln arbeiten. Ich glaube, dass Niemand, dem die Sache ernst ist, sich damit befreunden könnte.

Will man ein Ziel erreichen, und ist es gar ein so hohes, so muss mit aller Energie an dasselbe herangetreten werden. Die Möglichkeit des Gelingens gibt Freude und Lust zur Arbeit. Dieselbe sollte nicht durch Mangel an Mittel lahmgelegt werden. Lieber offen die Wahrheit gesagt, dass man zu Versuchen u. dgl. eine an sich vielleicht bedeutendere Summe benöthige, als dann, wegen Mangel an Geld, das Gelingen des Ganzen in Frage zu stellen.

Und endlich ist diese Summe, so hoch sie auch scheinen mag, im Verhältnisse zu den mit derselben nach menschlicher Berechnung fast sicher zu erzielenden Erfolgen niedrig zu nennen, wenn man erwägt, dass durch ihre entsprechende Verwerthung die Frage der praktischen Luftschifffahrt in der That gelöst werden kann.

Gibt man für rein wissenschaftliche Sachen, wie z. B. zur Erforschung des Venusdurchganges oder zur Entdeckung des Nordpoles Hunderttausende aus und opfert wieder Millionen für den Bau eines einzigen, modernen Panzerschiffes, warum soll man für ein Unternehmen, welches im Falle des Gelingens das Grossartigste der Welt genannt werden muss, das Geld nicht zur Verfügung bekommen?

Der grosse pecuniäre, damit zu erzielende Erfolg, meine ich, müsste schon allein dazu aneifern.

Es ist sicher, dass, um den Erfolg zu verbürgen, die Ausführung von sehr thatkräftiger Hand unter-

nommen, mit grossem Geschick, rastlosem Eifer und Hingebung gefördert werden müsste.

Nur eine energische und zielbewusste Leitung wird der vielen, bei der Ausführung zu Tage tretenden Complicationen Herr werden können.

Dann aber ist gegründete Aussicht auf Erfolg vorhanden.

Das nöthige Beamten- und Professionisten-Personale müsste erst in der Anstalt selbst herangebildet werden. Wie z. B. auch bei den ersten Eisenbahnen die Bediensteten bei ihrem Eintritte nur allgemeine Kennntnisse, aber keine Fachbildung mitbrachten, sondern diese sich erst im inneren Dienste selbst erwarben, so ähnlich müsste es hier geschehen. Mit entsprechend willigen und talentirten Köpfen zweifle ich keinen Moment an dem Erfolge.

»Mögen Diejenigen, welche bei der Idee eines »Luftballons als Beförderungsmittel zweifelnd »die Köpfe schütteln, sich des Adlers erinnern, »der ungeachtet seines Gewichtes die Lüfte im »Segelfluge wie spielend durchschneidet, mögen »sie ferner daran denken, mit welchen Wider»wärtigkeiten und principiellen Gegnerschaften »Dampfschiffe und Eisenbahnen zur Zeit ihres »Entstehens zu kämpfen hatten, und dass viele »in den Augen der Mitwelt als gelehrt geltende »Männer die Unmöglichkeit der praktischen Aus»führung, insbesondere betreffs der Dampfschiff»fahrt und des Locomotivbaues, in Wort und »Schrift zum Ausdrucke brachten.«

Scheiden uns doch kaum 55 Jahre von jener denkwürdigen Sitzung der Gesellschaft »Liverpool-Albion«, in welcher einer der berühmtesten und angesehensten Ingenieure seiner Zeit, Mr. Lardner,

noch auf's bestimmteste erklärt hatte: »Eine directe Reise von Liverpool nach New-York mit einem Dampfschiffe machen zu wollen — komme dem Wunsche gleich — einer Reise nach dem Monde.«

Wer hätte vor 25 Jahren geglaubt, dass man heute mit Menschen sprechen könnte, welche hunderte von Kilometern von uns entfernt weilen.

Und würde man den noch vor 12 Jahren nicht ausgelacht haben, welcher uns gesagt hätte, dass er menschliche Stimmen mit der Post verschicken und sie der Nachwelt aufheben wolle?

Ueber die Grössenverhältnisse und Rechnung des Segelluftschiffes.

Im Vorhergehenden habe ich mich absichtlich nicht in rechnerische Details eingelassen.

Es ist eine alte Erfahrung, dass die Theorie stets erst nach der Praxis kommt.

Ehe es z. B. eine Festigkeitstheorie gab, wurden unendlich viele Experimente bezüglich der Festigkeit der Materialien gemacht. Wie viele Brücken wurden gebaut, ehe man eine Theorie derselben entwickeln konnte. Und gerade in Bezug auf den letzten Punkt erleben wir soeben die Thatsache, dass die von allen Autoritäten so hoch gehaltene Winkler'sche Brückentheorie sich als hinfällig zu erweisen scheint.

Erst nach und nach kann die Theorie der Praxis folgen, und nirgends steht in der Geschichte der technischen Wissenschaften ein Fall verzeichnet, wo die Theorie ohne vorhergegangene Praxis allein zum Ziele führte. Aber es wäre weit gefehlt, wollte man den Werth der Theorie deshalb überhaupt negiren. Im Gegentheile. Sind genügende praktische Anhaltspunkte zur Entwicklung einer lebensfähigen Theorie vorhanden, so sind alle Bedingungen gegeben, damit selbe sichtend und kritisch beleuchtend, Klarheit in die Natur der Erscheinungen bringe. Erst dann aber kann sie zur weiteren Entwicklung

und zum gedeihlichen Fortschreiten der Technik wesentlich beitragen.

Sie erschliesst uns gleichsam mit Seherauge die Geheimnisse und das Wesen der materiellen Vorgänge der Natur und kann ähnlich wie eine richtige Statistik von den segensreichsten Folgen für die fernere erspriessliche Entwicklung ihrer Objecte werden.

Doch wohlgemerkt, nur wenn alle Vorbedingungen hiezu gegeben sind. Dies ist aber heute für unser Thema noch nicht der Fall.

Allerdings sind schon mancherlei Anläufe zur Entwicklung aviatischer Theorien gemacht worden, ich weise hier auf das sogenannte Penaud oder Wellner'sche Theorem hin, auf Prechtel, Lilienthal, von Parseval, Miller von Hauenfels und die französischen Gelehrten, welche dieses Thema, wie z. B. Marey, mit erstaunlichem Fleisse cultivirten. Aber die meisten dieser Arbeiten, die theils selbstständig, theils in der deutschen Zeitschrift für Luftschifffahrt, theils in »l'Aéronaute« und »Revue de l'Aéronautique« erschienen sind, zeigen von einer Mannigfaltigkeit von Meinungen, in die heute noch schwer der nöthige Einklang gebracht werden kann.

Es scheint, dass trotz der von Jahr zu Jahr sich in erstaunlicher Menge mehrenden einschlägigen Versuche noch viel zu wenig experimentirt wurde, um definitive mathematische Anhaltspunkte zu gewinnen.

Kann man sonach die in Rede stehende Frage heute nur schwer vollständig analytisch behandeln, so führt uns die Natur doch genug Beispiele vor Augen, welche uns zeigen, dass die Beherrschung des Luftoceans mit rein mechanischen Mitteln überhaupt möglich sei.

Das aber gibt uns Vertrauen in die eigene Sache und weckt den Muth, um auf der Bahn der Erkenntniss forschenden Geistes weiter zu schreiten und das, was wir gesehen und erkannt haben, in praktischer Weise zu unserem Nutzen und Frommen zu verwerthen.

Wenn ich nach dem Vorausgehenden trotzdem versuche, einige Verhältnisse, speciell des Segelluftschiffes, zahlenmässig zu fixiren, so bin ich weit entfernt, eine Theorie desselben geben zu wollen, wohl wissend, dass das erst der Fall sein kann, wenn hunderte solcher Luftschiffe gebaut und viele tausende von Fahrten mit demselben unternommen wurden.

Will man ein aviatisches Luftschiff bauen, so ist die erste Frage, welche sich der Constructeur zu beantworten hat, die: wie sich das Verhältniss des Gesammtgewichtes zur Quadratur der sogenannten tragenden, nämlich unteren Fläche stellen soll?

Sofort drängen sich hier dem denkenden Kopfe drei Gesichtspunkte auf.

1. Ist man bestrebt, möglichst grosse Lasten zu transportiren.

2. Möglichst schnell zu fahren.

3. Möglichst sanft zu landen.

Die zwei ersten Punkte erfordern ein verhältnissmässig grosses Einheitsgewicht pro Quadratmeter, der letztere aber ein kleines.

Dieser Widerstreit muss nun mit praktischem Blicke behoben werden.

Unwillkürlich fragen wir, wie sich diese Verhältnisse bei den grossen Seglern stellen?

Die Erfahrung lehrt uns nun, dass bei diesen 5 bis 6 *kg* Gewicht pro Quadratmeter Unterfläche

entfällt. Wir glauben somit nicht irre zu gehen, wenn wir auch für das Luftschiff der Zukunft ein ähnliches, vielleicht noch günstigeres Verhältniss festsetzen, mit Rücksicht auf das bekannte Erfahrungsgesetz, wonach bei Zunahme des absoluten Gewichtes der Vögel die Unterflächen abnehmen, worauf auch die fliegenden Saurier der Vorwelt hinweisen.

Sei also nur, um ein Beispiel zu geben, bei einer Länge von 80 *m* die durchschnittliche Breite der Luftschifftragebene 32 *m*, so resultirt eine Unterfläche von circa 2500 *m*.

Das Uebergewicht der ganzen Construction käme, mit 7 *kg* pro Quadratmeter angenommen, auf $2500 \times 7 = 17.500$ *kg* zu veranschlagen.

Wollte man der Luftschiff-Tragebene eine Durchschnittshöhe von 8 *m* geben, so würde sie mit circa $2500 \times 8 = 20.000$ m^3 Wasserstoffgas gefüllt werden können. Nachdem man für jeden Cubikmeter Wasserstoffgas eine Hebekraft von 1 *kg* in Anschlag bringt, so könnte man das Gewicht der ganzen Construction noch um diese 20.000 *kg* vergrössern, so dass das Gesammtgewicht 37.500 *kg* beträgt; von dem allerdings, da 20.000 *kg* durch das Gas entlastet werden, nur 17.500 *kg* als thatsächlich für den Fall auszunützendes Gewicht in Rechnung zu stellen sind.

Die 37.500 *kg* würden sich beiläufig folgendermassen vertheilen:

Auf die Hülle	7.500 *kg*
» das Gerippe	16.000 »
» die Gondel	6.000 »
» die Maschinen	4.000 »
» » Nutzlast	4.000 »
Summe . . .	37.500 *kg*

Auf die einzelnen Details dieser Zahlen näher einzugehen, hat für den Zweck dieser Schrift kein weiteres Interesse. Genug an dem, dass sie sich, wie man sich leicht an der Hand einfacher Rechnungen überzeugen kann, mit den thatsächlich obwaltenden Verhältnissen in Einklang bringen lassen. Man kann mit den heute uns zur Verfügung stehenden, technischen Hilfsmitteln und Materialien alle Bestandtheile in den angegebenen Gewichten construiren, und das genügt.

Nach dieser kurzen Skizzirung der Grössen- und Gewichtsverhältnisse eines solchen Luftfahrzeuges der Zukunft wirft sich eine andere Frage wie von selbst auf, die, wie sich die Geschwindigkeiten desselben bei der Fahrt und Landung stellen.

Denn nachdem ich hier nicht in der Lage bin, auf praktische Resultate hinzuweisen, fordert man, ich möchte sagen naturgemäss mathematische Beweise. Ich muss aber von denselben abstehen, obgleich es mir wohl nicht schwer sein würde, mit einem Wuste von gelehrt scheinenden Formeln hervorzutreten.

Doch widerstrebt es meiner Art, auf Dinge eine definitive Antwort geben zu wollen, auf welche heute, in Ermanglung praktischer Erfahrungen, eine solche wohl überhaupt kaum möglich erscheint. Es müsste hiezu nämlich in erster Linie das sogenannte Luftwiderstandsgesetz vollkommen bekannt sein; ebenso das Gesetz der Elasticität der Luft und noch vieles Andere, was nur an der Hand vieler einschlägiger und zum Theile kostspieliger Versuche gelöst werden könnte. Wir müssen uns sonach heute und für eine voraussichtlich lange Zeit noch mit Näherungswerthen begnügen.

Nach Loessl würde ein Luftschiff von 2500 m^2 Unterfläche und 17.500 *kg* in Rechnung zu setzendes Gewicht in Folge des Luftwiderstandes mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit von circa 7 *m* per Secunde vertical zur Erde fallen. Nach Lilienthal aber würde sich das Verhältniss in Folge der Concavität der Unterfläche auf höchstens 4 *m* stellen. Nun wäre noch von dem Gewichte von 17.500 *kg* jenes Gewicht abzuziehen, um welches in Folge der bei einer Landung nach aufwärts wirkenden Hubschrauben das Gesammtgewicht erleichtert wird.

Nehmen wir 80 Pferdekräfte an, so können dieselben circa 3500 *kg* per Secunde Hebearbeit wirken, es kämen somit nur mehr circa 14.000 *kg* auf die 2500 m^2 zur Wirkung, was einer Geschwindigkeit von 6, respective 3 *m* per Secunde entspräche, also eine solche, welche mit Anwendung entsprechender Puffermittel sowohl für die Construction, wie auch für Passagiere und Güter ohne schädliche Folgen zu sein brauchte.

War diese Rechnung verhältnissmässig einfach, so ist die Berechnung der Fahrgeschwindigkeiten eine sehr complicirte und zum Theile, wie schon oben erwähnt, wohl vorerst kaum durchführbare.

Ich glaube daher, dass ich solche Ausführungen, da sie mit dem Zwecke dieser Schrift in keiner directen Verbindung stehen, beiseite lassen kann. Wer sich des Näheren dafür interessirt, der wird in der sehr lesenswerthen Schrift von Wellner: »Ueber die Möglichkeit der Luftschifffahrt« und mehreren Werken schon früher erwähnter Fachschriftsteller genug Anhaltspunkte finden, um selbst auf diesem Gebiete rechnerisch vorzugehen.

Wie schwierig dies aber ist, erhellt aus dem, dass die Rechnungen in das Gebiet der höheren Variationsrechnung hinübergreifen.

Man wird stets nur einzelne Phasen des Fluges betrachten können und sowohl bei seinen Berechnungen wie Ansätzen mit der Temperatur, Luftdruck, dem herrschenden Winde, Elasticität und Reibung nebst den sonst bei ähnlichen Calcülen zu beobachtenden Factoren rechnen müssen, wenn man ganz genau sein will. Doch hat dies wohl mit der praktischen Seite der ganzen Frage nichts zu thun.

Wie heute Millionen Schiffe das Meer durchfurchen, ohne dass die Gelehrten noch über die Reibungswiderstände des Wassers sich ganz im Klaren, wie tausende von Schrauben in nutzbringender Thätigkeit sind, ohne dass es bisher gelang, eine endgiltig beste Form derselben festzusetzen, so dürfen wir auch consequenter Weise erwarten, dass das Luftschiff, selbst wenn es heute noch nicht möglich ist, alle seine Bewegungen in festgefügte mathematische Formeln zu bannen, eines, hoffentlich nicht zu fernen Tages, eine neue Zeit verkündend, seinen Siegeszug durch das Reich der Lüfte anheben wird.

Auch die Geschichte der Eisenbahnen lehrt uns Aehnliches:

Rankine betonte in seiner Rede bei der Einweihung des Stephensons-Denkmals in Birmingham: »Keine Formel ist bei der grössten technischen Schöpfung unserer Zeit entwickelt, keine Gleichung dabei gelöst worden«, und Stephenson selbst sagte vor dem englischen Parlamente:

»Ich kann's nicht sagen — aber ich werde es machen«, und er hat es gemacht!

Der eisernen Willenskraft des Menschen gelang es, den Dampf sich dienstbar zu machen, die räumlichen Entfernungen auf der Erde mit seiner Hilfe zu verkürzen, die Völker zu vereinigen; — der zähen Unternehmung und andauernden Arbeit verdankt Europa und Amerika nach jahrzehntelangen Misserfolgen und Einbusse von vielen hunderten Millionen die telegraphische Verbindung durch das Kabel.

In technischen Dingen sei nichts unmöglich, heisst es mit Recht — vertrauen wir also auch in der Frage der Luftschifffahrt, wo noch dazu die Natur uns die Möglichkeit täglich vor Augen führt, der Kunst und dem praktischen Können unserer Ingenieure und rufen getrost: Excelsior!

Und so übergebe ich diese kleine Schrift dem grossen Publicum.

Möge dasselbe im Vorbeirauschen der Zeit Gelegenheit nehmen, sich näher mit ihr zu beschäftigen.

Ich trage die Beruhigung in mir, keine anderen Worte niedergeschrieben zu haben als die, welche meine feste Ueberzeugung bilden, die sich nach und nach als das Resultat ernsten Studiums immer klarer aus mir herausbildete.

Ich fürchte keine Kritik — da ich von einer fachgemässen nur zu profitiren hoffe — ich sage im Gegentheile:

»Erst wäg's — dann wag's!«



INHALT.



Ch. Reisser & M. Werthner

Ch. Reisser & M. Werthner.

